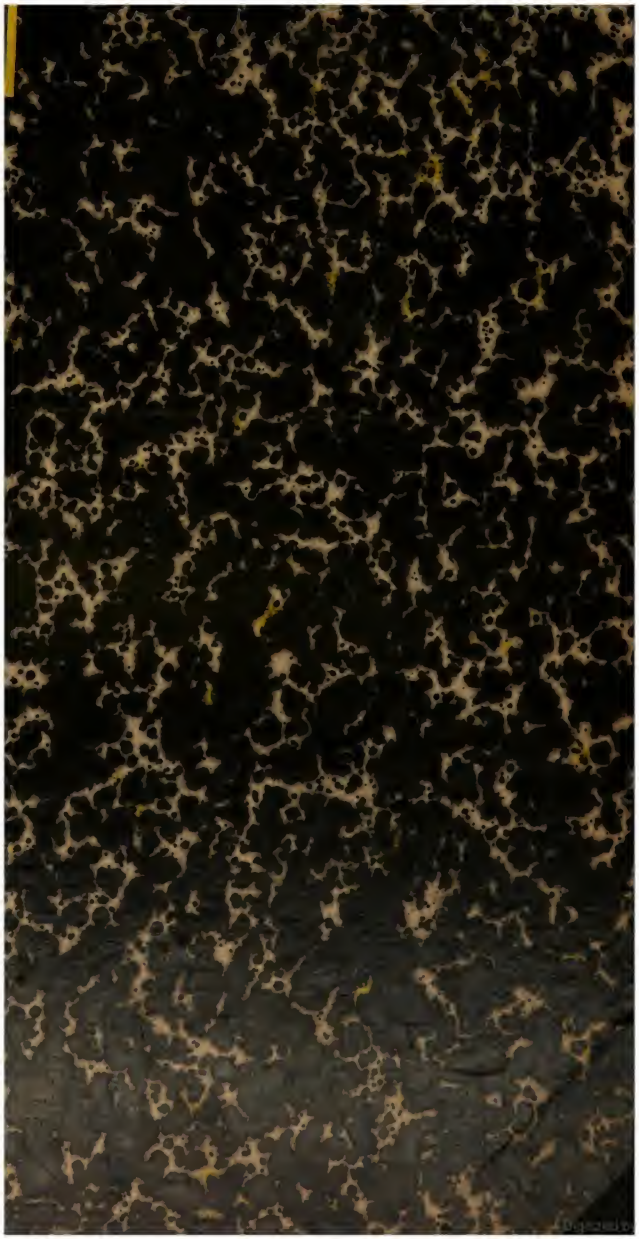

Digitized by Google

App. mil.
69
Lamartilliere

Digitized by Google

RÉFLEXIONS

SUR

LA FABRICATION EN GÉNÉRAL

DES BOUCHES A FEU,

ET,

OBSERVATIONS

Sur les épreuves extraordinaires et comparatives de différentes especes de Bouches à feu qui ont eu lieu à Douai, en 1786, par ordre du Ministre de la guerre ;

PAR

LAMARTILLIERE, Chef de division, Inspecteur-général de l'Artillerie.

SECONDE ÉDITION,

Augmentée de quelques Notes.

A PARIS,

Chez MAGIMEL, Libraire pour l'Art Militaire, et les Sciences et Arts, quai des Augustins, près le Pont-Neuf ;

Et Chez LEVRAULT, Libraire à *STRASBOURG.*

AN IV DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

1796.

Digitized by Google

BIBLIOTECA
PUBLICA
REGIA
MONACENSIS

Digitized by Google

AVANT-PROPOS.

L'EXPÉRIENCE est dans les Arts la leçon la plus sûre, et la proclamation de ses résultats devient pour le public d'une utilité majeure, sur-tout quand par la difficulté d'y parvenir, les particuliers ne peuvent tenter de les obtenir.

Tel est l'Art de la fabrication des Bouches à feu, dans lequel l'expérience ne devient même concluante que consultée en grand, c'est-à-dire, à grands frais; ce qui rendant ses oracles fort rares, impose le devoir rigoureux à ceux placés à portée de les entendre, de les consigner exactement et dans toutes ses particularités, dans les archives, pour ainsi-dire, de l'art. Placé en qualité d'inspecteur de travaux à la fonderie de Douai, depuis 1775 (*v. s.*), jusques en 1792, le but de ce mémoire est en acquit de cette obligation.

Sur des doutes fondés, et dans des vues d'économie et d'amélioration sur les fontes de l'artillerie, le gouvernement ordonna, en 1785, des épreuves extraordinaires, à Strasbourg, sur quelques Bouches à feu de campagne,

Digitized by Google

coulées cette année, à cet effet, à la fonderie de cette commune ; mais ces épreuves n'ayant point été faites comparativement à d'autres Bouches à feu de même calibre, coulées antérieurement à la même fonderie, elles devinrent infructueuses.

Pour obtenir un résultat concluant, les épreuves furent renouvelées par ordre, mais plus complettement, plus en grand, et comparativement, à Douai, l'année suivante 1786.

Dans ces nouvelles épreuves, 29 Bouches à feu, toutes neuves, furent poussées à bout ; elles consistoient en dix pieces des gros calibres destinées à l'attaque et à la défense des places ; treize de campagne, et six mortiers, dont quatre de huit pouces, et deux de douze pouces, à grandes portées.

Indépendamment des frais de fabrication, qui ont dû s'élever à la somme de 120,000 liv., on y a consommé 120 milliers de poudre, et environ 38 milliers pesant de fers coulés, cassés, ou brisés dans la butte ; mais ce qui est bien plus cher encore, trois canonniers y perdirent la vie.

Tous ces sacrifices cependant alloient se trouver en pure perte, et les vérités

Digitized by Google

précieuses, par leur importance, que ces épreuves avoient révelées, alloient s'évanouir par l'insouciance du gouvernement d'alors.

Le prononcé de trois officiers-généraux, qui avoient présidé à ces épreuves, portoit que ces épreuves avoient rigoureusement manifesté que les pieces de campagne de 4, de 8, et de 12, servies à boulets ensabotés, étoient par leur durée, autant au-dessus du besoin, que celles des pieces de 24 et de 16, destinées à l'attaque et à la défense des places, se trouvoient au-dessous et insuffisantes; et d'après cette décision, la fabrication de ces dernieres pieces avoit été suspendue jusqu'à nouvel ordre.

Deux ans après, les commissaires des fontes, à Douai et à Strasbourg, ayant obtenu la main-levée de cette suspension, sans avoir proposé, ni tenté la moindre amélioration, je me déterminai, pour aviver la surveillance du gouvernement sur cette importante fabrication, à publier, par la voie de l'impression, ce mémoire, qui jusqu'alors n'avoit été que manuscrit.

La guerre très prochaine dont nous étions alors menacés, ne laissant pas entrevoir la possibilité d'opérer un

Digitized by Google

prompt remede au mal, il eut été très imprudent d'y donner trop de publicité; en conséquence je ne fis tirer que 50 exemplaires de ce mémoire, qui furent distribués, partie au bureau de la guerre, partie aux officiers de l'artillerie, et le reste, aux officiers supérieurs des corps, comme parties intéressées à l'amélioration de ces importantes et indispensables Bouches à feu.

Ayant depuis cette époque, commandé l'artillerie de l'armée des Pyrennées orientales, pendant toute la guerre que nous avons soutenue avec tant d'avantage contre l'Espagne, je m'y suis, de plus en plus, convaincu de l'insuffisance de la durée des pieces de gros calibres, destinées à l'attaque et à la défense des places; et je puis dire avec vérité que ce n'est que par la conviction où j'étois de leur peu de résistance, et par les précautions qu'elle m'a suggérée, que je suis parvenu à surmonter les grandes difficultés que de si fréquens et si laborieux rechanges ont présentées aux succès de nos opérations, dans les deux sieges que nous avons fait sur des sites montueux, et avant nous inaccessibles à la grosse artillerie, où, à grandes peines, nous avions établis nos attaques.

Digitized by Google

Il y auroit donc de ma part, non seulement de l'imprudence à m'exposer à les rencontrer encore, mais je me croirois digne de blâme envers la nation, si je ne mettois le plus grand empressement à provoquer avec instance les changements à opérer dans la partie des fontes de l'artillerie, qui peuvent assurer, dorénavant, le service dans l'attaque et dans la défense des places.

Dans cette intention, une seconde Edition de ce Mémoire m'a paru nécessaire, sous plusieurs points de vue: 1°. parce que presque tous les exemplaires de la premiere, sont pour ainsi-dire perdus, ayant été délivrés à des individus alors en place, qui sont retirés, ou émigrés, ou qui n'existent plus; 2°. parce que dans la persuasion où je suis que le ministre de la guerre, sur le simple exposé de mes motifs, n'ordonnera rien, dans la crainte de compromettre les intérêts de la République, sans, préalablement, s'être fait rendre compte, si les changements que je propose sont conformes aux principes de la science et de l'art que je professe, et doivent opérer l'amélioration que je promets; l'intérêt que commande l'importance de la discussion qui doit précéder

Digitized by Google

ce rapport, me paroît exiger que les faits et les observations sur lesquels elle porte, soient mis sous les yeux non-seulement de ceux qui y seront admis, mais encore de ceux en état d'en connoître; et 3°. parce que cette seconde Edition, étant augmentée de quelques notes, les avantages résultants des changements à opérer y seront mieux développés, et plus généralement sentis.

Faute de cette précaution, le général Gribeauval, qui, à bien juste titre, jouissoit de la plus haute réputation, sur-tout en qualité d'officier-général d'artillerie; après avoir créé, en 1765, le flambeau de l'expérience en main, une artillerie de campagne avec le plus grand succès, se vit néanmoins invinciblement arrêté par les clameurs stupides de la routine et du préjugé, enfants chéris de l'ignorance, dans l'exécution d'un plan de réforme et d'amélioration, relatif à l'artillerie de siege, non moins essentiel que celui qu'il venoit d'exécuter.

Digitized by Google

RÉFLEXIONS

SUR

LA FABRICATION EN GÉNÉRAL

DES BOUCHES A FEU,

ET

OBSERVATIONS

Sur les épreuves extraordinaires et comparatives de différentes especes de bouhes à feu, qui ont eu lieu à Douai, en 1786, par ordre du Ministre de la guerre.

Les arts, ainsi que les sciences, ont besoin d'être guidés par des principes; ceux qui en sont totalement dépourvus, ou dans lesquels ils sont mal établis, n'ont vers la perfection qu'une marche lente, tortueuse par les écarts, et quelquefois même rétrograde: celui qui a pour objet la fabrication des bouches à feu, est un exemple de cette vérité.

Mis en pratique depuis près de cinq siecles, ce n'est cependant, malgré son importance, que dans celui-ci qu'il est sorti du berceau; c'est même à l'ordonnance de 1732, relative au fait de l'artillerie, qu'il doit son premier élan:

Digitized by Google

la multiplicité mal-entendue des calibres dans les différentes especes de bouches à feu, autant embarrassante dans l'approvisionnement des places, qu'incommode dans les armées, fut réduite, par cette ordonnance, au plus petit nombre possible, mais suffisant à l'exécution de toutes les différentes opérations de la guerre; et si les formes et les dimensions des bouches à feu adoptées, ne furent pas dès-lors soumises absolument aux calculs de la théorie et aux résultats de l'expérience, elles furent du moins subordonnées à celles que la pratique de ce tems exigoit, comme les plus convenables au service; et elles furent rigoureusement prescrites dans la fabrication.

Quoique ces premiers rayons de lumiere ne fussent dirigés que vers la théorie, la pratique de l'art ne s'en ressentit pas moins par l'obligation où se trouva l'artiste de perfectionner ses moyens, pour satisfaire à l'exactitude des formes et des dimensions qui lui étoient prescrites.

C'est dans cette lutte, que souvent abusé par l'insuffisance des moyens employés, et éclairé par ses intérêts, l'artiste ne tarda pas à s'affranchir de cette gêne onéreuse, en imaginant un moyen plus sûr et plus facile d'opérer avec précision les formes prescrites, sans s'inquiéter, à la vérité, ou peut-être sans prévoir le bien ou le mal qui pourroit en résulter relativement à la résistance et à la durée des bouches à feu.

Digitized by Google

Ce moyen proposé, en 1744, par M. Maritz, fut sa machine à forer, c'est-à-dire, un tour de son invention, ingénieusement approprié à la fabrication des bouches à feu: cette machine, séduisante par la facilité d'opérer des formes régulieres et précises, ne laisse rien entrevoir, par elle-même, de contraire à la solidité requise dans les bouches à feu, mais elle tient à une méthode de les couler, qui peut affoiblir la résistance de leurs matieres, et diminuer, par conséquent, leurs durées; inconvénient qui ne peut se reconnoître à l'épreuve ordinaire qui précéde la livraison, mais seulement par une épreuve extraordinaire, qui en opéreroit la consommation.

La faveur à laquelle cette invention avoit élevé son auteur, et la réputation qu'elle lui avoit faite dans les arts méchaniques, étouffe-rent, sans doute, toutes les réclamations aux-quelles elle donna lieu de la part de quelques officiers d'artillerie. Cependant, quoique la machine à forer eut reçu l'approbation du gouvernement, elle ne fut d'abord établie que dans la fonderie dirigée par M. Maritz; et ce n'est qu'en 1748, que la méthode de couler plein a été ordonnée exclusivement dans les deux fonderies de Douai et de Strasbourg, qui sont les seules en activité pour le service de l'artillerie des places et des armées.

La guerre d'Allemagne, qui a eu lieu quel-

Digitized by Google

ques années après, n'ayant présenté aucun siege considérable, ni aucune occasion d'éprouver vigoureusement cette nouvelle artillerie, on est resté, à son égard, par un laps de tems considérable, dans un sentiment de sécurité si parfaite, qu'il l'avoit mise, jusqu'aujourd'hui, à l'abri de toute suspicion.

Les changements opérés dans les fontes de l'artillerie, en 1765, n'eurent pour objet qu'une artillerie de campagne; celle relative à l'attaque et à la défense des places, non moins essentielle, auroit été, sans doute, l'objet d'un second travail; mais quelque nécessaire et bien conçue que fût dans tous ses points cette premiere opération, le préjugé timide, captif de l'habitude, ne la regarda pas moins comme trop hardie et inconsidérée, tant par les réductions des longueurs des ames des pieces de canon, qui lui parurent trop fortes, que par la diminution de leurs épaisseurs, qui lui firent craindre trop peu de résistance.

Les contradictions sans nombre et peu fondées qui s'élevèrent alors contre cette innovation, firent juger à M. de Gribeauval que c'etoit faire assez, pour le moment, d'établir solidement l'artillerie de campagne qu'il venoit de créer; et qu'il falloit attendre du tems, que les instructions qu'il se proposoit d'ordonner dans la partie des fontes, eussent produit les lumieres nécessaires pour subjuguer la préven-

Digitized by Google

tion et amener les connoissances qui paroissoient manquer alors, pour opérer des changements avantageux dans la grosse artillerie, qu'il laissa, par conséquent, dans l'état où elle étoit à cette époque; c'est-à-dire, sous les formes et les dimensions prescrites par l'ordonnance de 1732, mais entachée de l'incertitude sur les bonnes ou mauvaises influences que le forage et les changements qu'il avoit entraînés, ou suggérés dans la fabrication, pouvoient avoir apportés sur la résistance de la matiere des bouches à feu.

Vingt ans environ après cette espece d'abandon, quelques circonstances réunies amenerent heureusement l'occasion de lever cette incertitude.

MM. Poitevin, de retour en France, après avoir exercé pendant nombre d'années la charge de commissaires-généraux des fontes, à Vienne en Autriche, vinrent offrir au gouvernement leurs connoissances acquises dans la profession de leur art; les circonstances ne pouvoient être plus favorables à leurs offres : c'étoit quelque tems après que les commissaires-généraux des fontes, à Strasbourg et à Douai, venoient d'adresser au bureau de l'artillerie, chacun en particulier, un mémoire, pour demander une augmentation dans leurs bénéfices, et à-peu-près dans le même tems aussi que parvenoient au même bureau quelques procès-verbeaux, qui constatoient le prompt délabrement de

Digitized by Google

quelques pieces de campagne, consommées très rapidement au service de l'école.

Quoique ces rapports ne pussent s'appliquer qu'aux seuls canons de campagne, qui y avoient donné lieu, soit fortuitement, par une mauvaise combinaison dans leur alliage, ou par quelque inadvertance dans leur service, ils n'en donnerent pas moins l'éveil sur la fabrication des bouches à feu en général.

MM. Poitevin, dans ces moments d'inquiétude, consultés par le gouvernement, tant sur ce qu'il pouvoit y avoir à répondre de juste à la demande des commissaires-généraux des fontes, que sur l'espérance conçue de pouvoir améliorer les bouches à feu, ayant satisfait, par leurs réponses, aux vues d'économie du ministere, furent institués, pour les mettre à exécution, directeurs des fontes de France, et envoyés en cette qualité à Strasbourg, en 1786, pour y faire couler, sous leur direction, quelques pieces de campagne, avec ordre de les soumettre ensuite à une épreuve extraordinaire, pour en constater la durée.

Par les fontes qui, conformément à ces ordres, eurent lieu à la fonderie établie dans cette ville, et par les épreuves extraordinaires qui s'ensuivirent sur leurs produits, MM. Poitevin parurent avoir parfaitement répondu aux espérances conçues, puisque ces canons tirerent, la plupart, près de trois fois autant que les

Digitized by Google

mêmes calibres en 1765; à la vérité, les pieces de MM. Poitevin furent servies dans ces épreuves extraordinaires à boulets ensabotés, tandis que celles éprouvées en 1765, avoient été servies à boulets roulants.

Les épreuves de Strasbourg, n'ayant été ni générales ni comparatives, M. Darlhain, commissaire-général des fontes, s'étant refusé à la comparaison, et au contraire, M. Bérenger, commissaire-général des fontes à Douai, la réclamant, MM. Poitevin se rendirent, par ordre, l'année suivante 1786, à Douai, pour faire couler à la fonderie de cette ville, selon leurs procédés, toute espece de bouches à feu, et en faire ensuite des épreuves comparatives, avec des bouches à feu de même espece et en même nombre, coulées antérieurement par M. Bérenger, à différentes époques.

Toutes ces opérations furent présidées par MM. Thiboudot, Gomer, et Désalmont, tous trois maréchaux-de-camp, et inspecteurs-généraux de l'artillerie, comme ces deux derniers officiers-généraux avoient présidés en 1785 à Strasbourg.

Destiné à suivre, par ma position, toutes ces différentes opérations de fabrique et d'épreuves, j'ai cru que cette destination m'obligeoit à ramasser et à présenter au corps tout ce qui pouvoit concourir, soit par analogie ou par opposition, aux principes reçus, à l'aug-

Digitized by Google

mentation des connoissances dans la partie des fontes, si essentielles au bien du service.

C'est en acquit de cette obligation que j'ai déja consigné dans un mémoire, en 1787, tous les détails des fontes et des épreuves extraordinaires dont il est ici question, et que, pour remplir complettement ce devoir, je vais exposer dans celui-ci quelques données que nous ont fourni ces épreuves, que j'ai taché de lier par des réflexions à quelques points de théorie, applicables à la fabrication des bouches à feu, et qui, comme autant de principes, peuvent guider les officiers du corps dans le jugement à porter sur l'état de force ou de foiblesse des différentes especes de bouches à feu, fabriquées selon le système actuel

Dans l'établissement des vérités de la nature de celle dont il est ici question, quelques solides que puissent être les raisonnements qui les établissent, ils ne paroissent cependant tout au plus que spécieux, lorsqu'il sont absolument dénués du secours de l'expérience. Dans cette persuasion, pour me prémunir contre toute espece de doute, et contre les mauvais effets du préjugé, je vais débuter par l'exposé des vérités des faits, qui, comme autant de rayons de lumière, en éclairant mes conjectures, ont guidé mes raisonnements; et non moins persuadé que, dans pareilles discussions les faits allégués comme preuves, ne forment autorité que lorsqu'ils

Digitized by Google

lorsqu'ils jouissent de la plus grande publicité ; je préviens aussi que les épreuves extraordinaires faites à Douai en 1786, qui me les fournissent, jouissent, à juste titre, de cette publicité.

Non seulement ces épreuves ont été consignées avec tous leurs détails, jour par jour, séance par séance, dans un procès-verbal relatif à chaque calibre, signé de tous les officiers-généraux dénommés ci-dessus, des officiers du corps qui y avoient été employés, et des parties intéressées, MM. Poitevin et MM. Bérenger pere et fils ; mais même dans tout le cours de ces épreuves, on exposoit à chaque séance, en forme de bulletin, à tous les officiers du corps et de la garnison que l'intérêt ou la curiosité amenoient au polygône, l'état où s'étoient trouvées les bouches à feu en batterie, lors de la derniere visite, qui avoit toujours eu lieu à la fin de la séance précédente ; de maniere que par les détails exposés, et dont chacun étoit à portée de se procurer des copies sur les lieux, où l'on entretenoit à cette intention tout ce qui étoit nécessaire ; chacun pouvoit aussi, en toute liberté, suivre toutes ces épreuves dans leurs plus grands détails, et en connoître parfaitement les résultats.

§ 1. Il a été fait en 1786, un épreuve extraordinaire et comparative de quatre pieces de campagne de 4 l., à la charge ordinaire de bataille, et servies à boulets ensabottés ;

Digitized by Google

dont deux, *Danaé* et *Jone*, coulées à Douai ladite année, sous la direction et selon les procédés de MM. Poitevin, et d'un alliage, pour *Danaé*, de 9,5 parties d'étain sur 100 parties de cuivre (*a*), et pour *Jone*, de 8,3 parties d'étain sur 100 parties de cuivre. Les deux autres, la *Fougueuse* et la *Follette*, coulées à Douai par M. Bérenger, la premiere en 1779, et la seconde en 1780, l'une et l'autre d'un alliage de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, selon le rapport établi par l'ordonnance dans notre systême actuel de fabrication.

Ces pieces ont tiré en bonne direction ; savoir, *Danaé*, *Jone* et la *Fougueuse*, 3000 coups chacune, en onze séances, et la *Follette*, 2500 coups en dix ; de maniere qu'elles ont été portées, dans le plus grand nombre de ces séances, au de-là du plus grand degré de chaleur que puisse leur donner le service le plus vif et le plus soutenu à la guerre.

Elles ont présenté toutes les quatre, dans le cours de leurs épreuves, à-peu-près les mêmes

(*a*) Cette estime de l'alliage de cette fonte de MM. Poitevin, ainsi que celles de leurs fontes suivantes, ont d'abord été faites sur la connoissance des différens métaux, vieux et neufs, qui composoient les charges des fourneaux ; et je les ai ensuite rectifiées fonte par fonte, telles que je les donne ici, ayant analysé plus à loisir, par les menstrues, les buchilles de chacune de ces fontes provenues du dernier foret.

Digitized by Google

dégradations progressives dans l'évasement de leurs ames, et elles n'ont toutes les quatre été jugées absolument hors de service, que par des fouilles de matieres (*b*), qui ont commencé à se manifester après 1750 coups dans *Jone* et la *Follette ;* et après 1950 coups dans la *Fougueuse* et *Danaé*, mais avec bien moins de force dans cette derniere.

§ 2. Il a été fait la même année une épreuve extraordinaire et comparative de quatre pieces de campagne de 8, à la charge ordinaire de bataille, et servies à boulets ensabottés; dont deux, *Appollon* et *Jason*, coulées ladite année à Douai, par MM. Poitevin, selon leurs procédés, d'un alliage de 8 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, et deux autres, le *Rigide* et le *Cocq*, coulées à Douai par M. Bérenger, la premiere en 1765, et la seconde en 1766, d'un alliage de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre.

Elles ont tiré toutes les quatre en bonne direction, 3000 coups chacune, en dix-huit séances; elles ont présenté toutes les quatre dans le cours de leurs épreuves, à-peu-près les mêmes dégradations progressives dans l'évasement de leurs ames; mais après 2302 coups, il s'est manifesté dans le *Rigide*, et sur-tout dans le

(*b*) Cette dégradation est désignée dans les procès-verbaux, par le terme d'égrainement, qui ne peut lui convenir (16).

Digitized by Google

Cocq, des fouilles de matieres considérables, qui rendoient leur service dangereux, et l'on n'a poussé leurs tirs jusqu'à 3000 coups, avec beaucoup de précautions, que pour juger de la progression de ces fouilles.

§ 3. Il a été fait en 1786, une épreuve extraordinaire et comparative de quatre pieces de campagne de 12, à la charge ordinaire de bataille, et servies à boulets ensabottés; dont deux, *Remus* et *Romulus*, coulées ladite année à Douai par MM. Poitevin, selon leurs procédés, et d'un alliage de 5,4 parties d'étain, sur 100 parties de cuivre; et deux autres, le *Courtisan* et le *Soufleur*, coulées à Douai par M. Bérenger, la même année 1765, mais de deux fontes différentes; et d'un alliage de 11 parties d'étain, sur 100 parties de cuivre.

On ne sera pas étonné sans doute que *Remus* et *Romulus* n'aient pu tirer que 916 coups chacune en six séances, dont 866 en bonne direction; leur alliage, faute d'étain, étoit si peu compact, que dans la premiere visite qui eut lieu après 150 coups, l'affaissement du métal au logement de la poudre, étoit déja dans Remus, de 15 points 6 primes, et de 19 points 6 primes à celui du boulet (*c*): cet affaisse-

(*c*) On ne doit pas être surpris de voir présenter avec tant de précision les évasemens que les épreuves ont successivement occasionnés dans l'ame des bouches à feu, puisque la machine à tambour dont on s'est servi pour les mesures, est

ment, dans le logement de la poudre, étoit dans Romulus de 6 points 6 primes, et de 13 points au logement du boulet (*d*).

Les deux autres pieces, le *Courtisan* et le *Soufleur*, après avoir tiré chacune 2400 coups, en quatorze séances, ont encore été jugées en état de rendre quelque service, ayant conservé toute leur direction; l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit alors de 27 points 6 primes dans le *Courtisan*, et de 28 points dans le *Soufleur*.

Quoiqu'il n'ait été éprouvé en 1786, ni pieces de 12 ni de 8 de place, cependant, comme la charge de ces pieces est positivement la même que dans leurs analogues de campagne,

---

un Micromêtre dans lequel la marche de l'index est à celle de la pointe qui mesure l'évasement comme 72 : 1 ; c'est-à-dire que cet index parcourt six lignes, lorsque la pointe monte seulement d'un point.

La forme des fouilles et l'ouverture des chambres ayant toutes été prises par une estampe très-fidele, on a toujours pu en connoître toutes les dimensions avec la plus sévere exactitude et la plus grande vérité.

(*d*) Cette épreuve a fait tomber une opinion qui sembloit vouloir s'accréditer parmi nous, et qui a bien eu quelque part dans l'établissement du rapport entre les parties constituantes de l'alliage de ces deux pieces ; on croyoit qu'on pouvoit, à l'imitation des Anglais, faire de très bons canons avec du cuivre seul, ou d'un alliage très peu chargé d'étain ; mais le peu de succès de ces deux pieces nous a prouvé le contraire.

Digitized by Google

et que le désavantage d'une plus grande longueur d'ame est compensé par six points de vent de plus dans ces pieces de place, il est bien à présumer qu'elles seroient d'aussi bon service que leurs analogues de campagne, si elles étoient servies à boulets ensabottés ; et c'est à l'expérience à nous indiquer la différence qu'il peut y avoir dans leurs durées, lorsque selon l'usage, elles sont servies à boulets roulants (*e*).

§ 4. Il a été éprouvé en 1786, extraordinairement et comparativement, quatre mortiers de 8 pouces, dont deux à chambres cônes tronqués, coulés à Douai ladite année, selon les procédés de MM. Poitevin. Le N°. 2, d'un alliage de 7,6 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, et le N°. 3, de 5,4 parties d'étain sur 100 parties de cuivre ; et deux autres coulés aussi à Douai, par M. Bérenger, mais l'un

(*e*) Il a été fait à Douai en 1786, une épreuve extraordinaire d'une piece de campagne de 4, nommée l'*Habile*, coulée de la même fonte que la *Fougueuse*, qui, dans son épreuve extraordinaire, servie à boulets ensabottés, a tiré 3000 coups ; celle-ci servie à boulets roulants n'a pu tirer que 576 coups en quatre séances, dont 570 en bonne direction, & les 6 derniers avec les plus grands écarts : au dernier coup le boulet s'étant cassé dans la piece, elle a été éraflée à vive arête, en plusieurs endroits, et bossuée à l'extérieur par ce dernier battement ; l'affaissement au logement du boulet étoit alors de 24 points ; l'ame étoit pleine de battemens considérables, et la volée pleine de gersures.

Digitized by Google

en 1775, et l'autre en 1781, et tous les deux d'un alliage de 11 parties d'étain, sur 100 parties de cuivre.

Ils ont tiré chacun 600 coups, en bonne direction, en quinze séances, dont 500 à chambres pleines, contenant 1 livre 4 onces de poudre, et de ces 500 coups, 19 ont été pointés à 20 degrés de la verticale, et les 481 autres à 20 degrés de l'horisontale; 25 coups à 16 onces de poudre et à 25 degrés de l'horisontale; 25 coups à 12 onces de poudre et à 30 d. de l'horisontale; 25 coups à dix onces de poudre et à 40 d. de l'horisontale; 20 coups à dix onces de poudre et à 45 d. de l'horisontale, et enfin 5 coups à 8 onces de poudre et à 45 d. de l'horisontale. Ces mortiers étoient établis sur une plate-forme inclinée, contre l'usage, qui, en gênant leur recul, les exposoit à un plus grand effort.

Après cette épreuve, ceux à chambres cônes tronqués, n'avoient aucune dégradation intérieure, avantage que leur avoit procuré la forme de leurs chambres (52), tandis que ceux de M. Bérenger avoient chacun un affaissement considérable au logement de la bombe, leur bouche égueulée, et plusieurs petites fouilles de matiere dans la partie sphérique de l'ame, et à l'orifice de la chambre, qui commençoit à se déformer.

Mais les tourillons de ces deux premiers mortiers étoient bien plus faussés, plus ouverts

Digitized by Google

et affaissés en dessous, que ceux de M. Bérenger; ce qui dénote sensiblement que l'alliage des mortiers de M. Bérenger, non seulement étoit plus dur, mais encore qu'il étoit plus cohérent, puisque les tourillons, dans le tir, n'ayant à résister qu'à une force de pression, ne sont éprouvés que dans une seule qualité de la matiere, qui est celle de cohésion.

§ 5. Il a été fait, en 1786, une épreuve extraordinaire et comparative de quatre pieces de 16, à la charge au tiers du poids du boulet, et servies à boulets roulants; dont deux, la *Syrene* et *Médée*, coulées ladite année à Douai, selon les procédés de MM. Poitevin, d'un alliage de 7,6 parties d'étain, sur 100 parties de cuivre; et deux autres *l'Impitoyable* et la *Constante*, coulées à Douai, en 1774, par M. Bérenger, de deux fontes différentes, et d'un alliage de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre.

Médée n'a pu tirer que 51 coups en une séance; elle étoit alors même si délabrée intérieurement, par les éraflemens des éclats des deux derniers boulets cassés dans la piece, les deux derniers coups, qu'on n'a pu introduire le micromêtre assez avant dans l'ame, pour mesurer l'affaissement du métal au logement du boulet : on seroit peut-être tenté de croire que ce prompt délabrement n'est dû qu'à la mauvaise qualité de boulets : mais pourquoi, dans

dans un même tas qui fournissoit au service des quatre pieces en batterie, celle-ci auroit rencontré, seule et de suite, deux mauvais boulets? Il est donc bien plus raisonnable de croire que c'est l'état de délabrement de cette piece avant ces deux derniers coups, qui a amené ces deux accidents, d'autant que son ame étoit meurtrie de plusieurs battements très profonds, dont un avoit 40 points de profondeur.

Il me paroît essentiel de faire observer ici, que si la poudre enflammée commence à dégrader les pieces par le moyen des boulets, il arrive très fréquemment aussi qu'elle finit par détruire les boulets par la piece; ce qui a lieu, comme dans cet exemple, lorsque le logement du mobile devient subitement profond; parce qu'alors ce mobile ne pouvant sortir de son gîte sans bondir et frapper les parois supérieurs de l'ame, sous un angle de percussion très ouvert, la violence du choc se trouve supérieure à la force de cohésion de la matiere du boulet.

La *Syrene* n'a pu tirer que 468 coups en six séances; à la premiere visite, qui a eu lieu après les 50 premiers coups, l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit déjà de 10 points; et à la derniere, qui a eu lieu après les 468 coups, cet affaissement étoit de 26 points : la piece alors n'avoit plus de direction; elle étoit égueulée et pleine de gersures sur la tulipe.

Digitized by Google

L'Impitoyable n'a pu tirer que 430 coups, en six séances, dont 425 en bonne direction ; après les 50 premiers coups, l'affaissement du métal au logement du boulet étoit de 8 points, et de 24 à la fin de l'épreuve; la piece n'avoit plus alors de direction: elle étoit considérablement égueulée, et les gersures dont la tulipe étoit toute parsemée, s'étendoient même jusqu'au-delà de l'astragale du colet.

La *Constante* n'a pu tirer que 720 coups en neuf séances, dont 710 en bonne direction; après les 50 premiers coups, l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit de 5 p., 6 p., et de 35 p. à la fin de l'épreuve; la piece alors n'avoit plus de direction : elle étoit égueulée, et les gersures étoient en grand nombre sur la tulipe et sur la volée.

Il a été éprouvé encore la même année, deux autres pieces de 16, à la charge au tiers du poids du boulet, et servies à boulets roulants, *Pallas* et *Bellone*, coulées ladite année, selon les procédés de MM. Poitevin, d'un alliage de 8,3 parties d'étain sur 100 parties de cuivre.

Pallas a tiré 825 coups en 11 séances, dont 810 en bonne direction; après les 70 premiers coups, l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit de 6 points, et de 25 à la fin de l'épreuve; la piece alors étoit sans direction : son ame étoit martelée de battemens de boulet, mais sans le moindre éraflement, et le peu de

Digitized by Google

gersures qui se trouvoient sur la tulipe, étoient peu ouvertes.

Bellone a tiré 3400 coups en 32 séances, dont 3200 en bonne direction; après les 70 premiers coups, l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit de 9 po. et de 37 po. 6 prim. à la fin de l'épreuve ; la piece n'avoit alors aucune direction certaine : elle étoit égueulée et gersée sur la tulipe et sur la volée, et les parois de l'ame étoient martelés de battemens de boulets, mais sans éraflement.

Après 1280 coups, on reconnut qu'il se formoit une fouille à environ neuf à dix pouces du fond de l'ame; elle avoit alors aux environs d'une ligne de profondeur, au plus fort, sur une étendue de 3 pouces en longueur, et de 2 pouces en largeur; mais elle ne fit de progrès sensible que sur la fin de l'épreuve, parce qu'alors les séances étoient plus longues, et le métal plus chaud, à proportion: cette fouille, après les 3400 coups, fut trouvée de 4 lignes 6 points de profondeur, au plus fort; de 30 lignes de longueur et de 7 lignes de largeur au plus fort.

§ 6. Il a été fait, en 1786, une épreuve extraordinaire et comparative de quatre pieces de 24, à la charge au tiers du poids du boulet, et servies à boulets roulants; dont deux, *Jupiter* et *Hercule*, coulées ladite année à Douai, selon les procédés de MM. Poitevin, et de la même fonte que les deux pieces de 16, *Pallas* et

Digitized by Google

Bellone, et par conséquent, d'un alliage de 8,3 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, et deux autres coulées à Douai par M. Bérenger, le *Fameux*, en 1783, et le *Rayonnant* en 1782, et toutes deux d'un alliage de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre.

Jupiter n'a pu tirer que 37 coups en une séance, dont 30 seulement en bonne direction; après ces 37 coups, l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit de 25 points; la piece n'avoit plus de direction; il y avoit sur les parois de son ame plusieurs battemens, dont les plus considérables avoient 24, 37 et 32 p. de profondeur; la bouche étoit égueulée, et les éclats des 35 et 37es. boulets, cassés dans la piece, avoient formé dans l'ame des éraflemens considérables; la volée, et sur-tout la tulipe, étoient pleines de gersures.

Hercule n'a pu tirer que 175 coups en deux séances, dont 165 en bonne direction; après les 70 premiers coups l'affaissement du métal au logement du boulet, étoit de 31 points et de 45 à la fin de l'épreuve: aux 168, 173 et 174es. coups tirés, les boulets ayant été cassés dans la piece, son ame a été vigoureusement éraflée; les battemens en grand nombre étoient très profonds; la piece n'avoit plus de direction, et les gersures sur la tulipe et sur la volée, étoient très nombreuses et très ouvertes.

Digitized by Google

Le *Fameux* n'a pu tirer que 37 coups en une séance, dont 30 en bonne direction; l'affaissement du métal au logement du boulet, après ces 37 coups, étoit de 25 points; les parois de l'ame étoient sensiblement meurtris de battemens de boulets, et considérablement érafflés par les éclats des 36 et 37es. boulets, cassés dans la piece; la tulipe et la volée étoient gersées, et la piece n'avoit plus de direction.

Le *Rayonnant* n'a pu tirer que 120 coups en deux séances, dont 110 en bonne direction; après les 70 premiers coups, l'affaissement du métal au logement du boulet étoit de 25 points; la piece dans les derniers coups, n'avoit plus de direction, et les deux derniers boulets ayant été cassés dans la piece, ont formé sur les parois de l'ame des érafflemens si considérables, qu'on n'a pu introduire le micromètre pour sonder les battemens des boulets, et la profondeur de l'affaissement du métal au logement du mobile.

Tous ces détails, ainsi que les suivans, sont extraits avec exactitude des procès-verbaux qui en constatent la vérité, et dont copies collationnées sont entre mes mains.

§ 7. On ne peut se dispenser sans doute de reconnoître, dans l'exposé des résultats de ces épreuves, 1°. que quoique les épaisseurs des pieces de canon soient par l'ordonnance proportionnelles aux diamètres des boulets, la résistance diminue cependant à mesure que le calibre

Digitized by Google

augmente. Cette vérité palpable, par la comparaison de la durée des pieces de campagne à celle des pieces de place, n'est pas moins évidente, par la comparaison de la durée de ces pieces entre'elles; car, si l'effort destructif avoit été le même, premièrement, dans les deux différents calibres de 4 et de 8, les dégradations auroient dû être mieux marquées, à même nombre de coups dans les pieces de 4 que dans celles de 8, à raison du plus grand degré de chaleur que le métal à dû supporter dans ces premieres, puisqu'elles ont tiré en onze séances, les 3000 coups, que les autres n'ont tiré qu'en dix-huit; mais au contraire, malgré ce désavantage, les pieces de 4 n'ont éprouvé constamment à même nombre de coups, qu'un moindre affaissement de métal au logement du boulet; ce qui dénote incontestablement une moindre, pression sur les mobiles, tandis qu'à la vérité, l'évasement au logement de la poudre s'est constamment trouvé à même nombre de coups, plus grands dans les pieces de 4, que dans celles de 8, parce que cette derniere dégradation tient plus à la causticité des parties constituantes de la poudre enflammée, et à la calcination du métal, à raison du degré de chaleur qu'il éprouve de la pression du fluide élastique; secondement, cette infériorité de résistance du calibre de 12 sur celui de 8, n'est pas moins bien marquée, puisqu'après 250 coups seulement,

Digitized by Google

l'affaissement du métal dans les pieces de 12, au logement du boulet, étoit de 6 points dans le Courtisan, et de 6 points 6 primes dans le Soufleur, tandis que cet affaissement n'étoit, après 300 coups, dans les pieces de 8, que de 3 points 6 primes dans le Rigide, et que de 3 points dans le Cocq.

2°. Il est très évident que dans notre systême actuel de fabrication, qui ne comprend que les individus coulés à différentes époques par M. Bérenger, même avec les défauts de combinaison qui se rencontrent dans l'alliage, et qui donnent lieu à ces fouilles destructives, la durée des pieces de campagne, servies à boulets ensabottés, condition essentielle du systême de campagne, est fort au-dessus de ce que peut exiger un service de guerre; puisque cette résistance exigible n'a été évaluée qu'à 1000 ou 1200 coups en 1765, à Strasbourg.

3°. Il n'est pas moins évident que dans les pieces de 16 et de 24, destinées l'une et l'autre à l'attaque et à la défense des places, la résistance est fort au-dessous de ce que peut exiger le service, puisque le peu de durée de ces quatre dernieres pieces, prises dans notre systême actuel de fabrication, à différentes époques, et tirées toutes les quatres sans choix de l'arsenal, impliquent nécessairement dans le même résultat tous les individus de ces deux calibres; d'autant plus que l'augmentation dans l'affais-

Digitized by Google

sement du métal au logement du boulet, en raison de l'augmentation du calibre, après un même nombre de coups tirés, et l'uniformité de cet affaissement dans un même calibre si bien marquée dans celui de 24, prouve bien évidemment que cette dégradation primitive, et la source de toutes les autres, est l'effet d'une cause constante, qui croît avec le calibre.

Quelles sont donc les causes qui concourent à diminuer ainsi cette résistance, et à accélérer la ruine des pieces de gros calibres ? Et quels sont les moyens, sinon d'équilibrer entièrement cette résistance, de diminuer du moins la grande disproportion qui existe entre la durée des petits et des gros calibres ? Pour donner à chacune de ces deux questions importantes, une solution complette et satisfaisante, il faut tâcher de résoudre d'abord la premiere avec beaucoup de clarté, afin de tirer de cette premiere solution quelques lumieres, pour arriver ensuite avec plus de facilité à la seconde, ou du moins pour en approcher le plus près possible.

Pour mettre en évidence toutes les causes qui concourent à diminuer la résistance des pieces de canon, dans notre système actuel de fabrication, à mesure que le calibre augmente, et à accélérer la ruine des pieces de gros calibre, examinons attentivement de quelles manieres la poudre enflammée tend à opérer la destruction des bouches à feu.

§ 8.

Digitized by Google

§ 8. La poudre enflammée attaque le métal par l'action corrosive de presque toutes ses parties constituantes, qui se trouvent libres dans l'explosion : cette cause, dont les effets ne deviennent sensibles qu'à la longue, par une augmentation spontanée du diamètre de l'ame des bouches à feu, opere cependant cet évasement d'autant plus vîte, que la matiere des bouches à feu, en prise à son action, a plus d'affinité avec les caustiques qui l'occasionnent; et de-là vient, comme le montre l'expérience, qu'un canal de lumiere, percé dans une masse de cuivre pur, résiste plus à l'action de la poudre, que celui qui est percé dans la matiere même des bouches à feu, parce que l'étain, qui est partie constituante de cette matiere, résiste beaucoup moins que le cuivre à l'action corrosive et dissolvante des fluides, qui se développe dans l'explosion de la poudre.

Pour ne laisser aucun doute sur l'existence de cette premiere cause destructive des bouches à feu, il suffit d'exposer ce qu'on remarque journellement dans leurs épreuves ordinaires ; circonstance qui, à la vérité, est la plus favorable à l'effet de cette cause, puisque le métal se trouve alors parfaitement décapé.

Lorsqu'après les quatre coups d'épreuve ordinaire, on a fait aussi l'épreuve de l'eau, on voit que celle qui y a été employée, a pris une couleur verte, à raison du nitrate de cuivre, et du

Digitized by Google

sulfate de cuivre qu'elle a trouvé formé sur les parois de l'ame, et qu'elle a dissous; l'on voit aussi, après l'évacuation de cette eau, un précipité blanc sur les mêmes parois, qui n'est autre chose qu'un oxide d'étain, d'autant plus sensiblement abondant, que ce métal se trouve en plus grande quantité dans l'alliage.

§. 9. La poudre enflammée, par sa force expansive, tend à écarter, fouler et presser tout ce qui s'oppose à son expansion; et c'est cet effort qui, toujours impuissant dans les canons de fonte verte, par la force de cohésion de l'alliage, sous les épaisseurs déterminées, fait très souvent voler en éclats les canons de fonte grise, à l'usage de la marine, quoiqu'avec des épaisseurs semblables ou même plus fortes, parce que le fer fondu n'a pas toujours la même adhérence dans toutes ses parties.

§. 10. Le fluide élastique, produit par l'inflammation de la poudre, ayant dans son explosion une vîtesse d'expansion d'autant plus grande, que l'obstacle qui s'y oppose est petit, il est évident que la partie de ce fluide qui, dans l'explosion des charges, s'échappe par la lunule que forme dans la partie supérieure de l'ame, au-dessus du boulet, la différence du diamètre de l'ame à celui du boulet (par le vent), doit avoir plus de vîtesse que la partie de ce même fluide, qui rencontre et pousse le mobile, et doit par là devancer ce mobile; et

Digitized by Google

comme ce fluide dans son expansion, agit en tous sens, il doit nécessairement imprimer au mobile, avant qu'il soit déplacé, une force par voie de pression, dirigée de haut en bas, et médiatement sur les parois de la partie inférieure de l'ame où s'appuie le mobile; et comme la charge de poudre est toujours la même dans le service, et que, par conséquent, le mobile porte toujours à-peu-près sur le même point, il est évident aussi, qu'à la longue, quoique cette pression soit instantanée, il doit se former sous le mobile, par l'activité de cette force, et par l'imperfection de ressort de la fonte, un refoulement du métal sur lui-même d'autant plus prompt, et d'autant plus profond, que la fonte ou la matière des bouches à feu, est plus molle et moins compacte.

Mais, pourquoi ce fluide élastique, qui n'agit sur le mobile que par voie de pression, comme sur le logement de la poudre, et sur tout le reste des parois de l'ame, opère cependant cet affaissement de métal d'une maniere plus sensible au logement du boulet que par-tout ailleurs? La raison de cette différence est très simple; c'est que le mobile, par sa forme sphérique, ne portant que sur un des points des parois cylindriques de l'ame, tous les efforts du fluide sur presque toute la demi-sphère supérieure du mobile (la premiere évidemment en prise à l'action de ce fluide, par la position de la

lumiere, et le vent du mobile), sont concentrés, pour ainsi dire, sur ce point de contact, et y operent un effet proportionné.

§. 11. Ce refoulement de métal, au logement du mobile, devenant sensiblement profond, il s'ensuit que le mobile, entraîné par le fluide élastique dans son expansion, ne peut plus être poussé selon une direction parallele à l'axe de la piece, mais selon la tangente à la courbure que prend ce refoulement, qui le fait bondir vers la partie supérieure des parois de l'ame; ou, ce qui est le plus ordinaire, sans se frayer, à la faveur de cette même pression supérieure, qui l'attere encore dans les premiers instants de son mouvement, un plan incliné dans le vif de la matiere, en avant de ce refoulement, plus ou moins long, suivant les circonstances, en foulant pour ainsi dire le métal : ce mobile, dans ce second cas, qui est le plus ordinaire, comme nous venons de le dire, d'après nos observations, dirigé de plus en plus vers les parois de la partie supérieure de l'ame, à mesure que le logement du boulet s'approfondit, commence par attendrir et frapper ses parois, d'abord, à l'extrémité de la tulipe, et ensuite plus près du fond de l'ame, lorsque, par une continuation du tir, l'enfoncement au logement du boulet s'approfondit encore, et que, par conséquent, le plan incliné sur lequel est poussé

Digitized by Google

le mobile s'éleve d'avantage (*f*). Or, de ces chocs ou percussions du mobile sur les parois de l'ame, il en résulte différents effets.

§ 12. Lorsque le mobile résiste à ces chocs sans se casser, il laisse à l'endroit du choc, par l'imperfection du ressort de la fonte, une cavité elliptique qu'on appelle battement, qui est d'autant plus profonde, que le choc a été plus violent, et sa direction plus directe au point de percussion; il arrive quelquefois que le mobile, après avoir frappé les parois de l'ame, effleure la surface du métal en sortant du battement, et le sillonne sur presque toute la partie de longueur d'ame qui lui reste à parcourir, et forme cette légere dégradation, qu'on nomme traînement de boulet.

§ 13. Mais si le mobile se casse à l'endroit du choc, par la violence du coup, il y a alors, pour l'ordinaire, un déchirement de matiere, qu'on appelle érafflement, lequel s'étend quelquefois le long de l'ame, en la sillonnant à vive arête, et forme une dégradation majeure, qui met presque toujours la piece hors de service.

§ 14. Lorsque le mobile frappe vers l'extrémité de la longueur de l'ame, il déforme pour l'ordinaire le cercle de la bouche du canon, ou du mortier, en le rendant plus ou moins

(*f*) C'est par l'échelle de l'évasement de l'ame que fournit le micromètre à tambour, dans la vérification, qu'on peut s'assurer de l'existence de ce plan incliné.

Digitized by Google

elliptique, selon que le coup est violent, et qu'il aboutit plus près de ce cercle; accident qu'on désigne par le terme d'égueulement : cette dégradation devient de plus en plus considérable par la multiplicité des coups qui y portent, et la lévre supérieure ou inférieure de la bouche sur laquelle elle existe, saille de plus en plus sur le plan de la bouche, et présente alors, dans cette saillie, ce qu'on appelle une bavure.

§ 15. Lorsque les battements du mobile sont très fréquents et très violents, ils occasionnent alors sur la surface extérieure des pieces, des gersures au-dessus du point de percussion, plus ou moins longues et ouvertes, lesquels s'agrandissent ensuite d'autant plus que les battements sont plus réitérés en dessous, sans que, pour l'ordinaire, la partie inférieure qui reçoit le choc soit ouverte, comme on peut s'en convaincre par l'épreuve de l'eau; parce que le choc se communiquant de proche en proche aux différentes couches de matieres, dont nous ne pouvons supposer l'épaisseur entiere des bouches à feu composée, celle qui reçoit le choc immédiatement, et celles qui l'avoisinent, étant invinciblement soutenue par la résistance de celles du dessus, qui enveloppent, supportent cet effort sans se rompre, au lieu que, lorsque l'ébranlement du choc parvient par une communication successive à celle du dessus qui est la derniere, ou à celles qui l'avoisinent; celles-ci

Digitized by Google

en sont déchirées, faute de soutien contre cet effort dilanateur.

§ 16. Il y a des circonstances à la guerre qui exigent beaucoup de célérité dans le service, sur-tout dans celui des pieces de campagne : or, lorsque ce service se soutient ainsi pendant quelque tems, le métal des pieces s'échauffe si fort, que même à l'extérieur, il n'est plus possible de tenir la main dessus ; et si, dans cette circonstance, le métal des bouches à feu n'est pas homogène dans son alliage, c'est-à-dire, si, sur quelques points des parois de l'ame, l'étain se trouve plus abondant ; il arrive alors que cette partie se trouvant nécessairement plus fusible que le reste, et étant disposée à la fusion par la chaleur accumulée d'un coup à l'autre, se fond enfin peu-à-peu, à l'explosion des charges suivantes, et d'autant plus vîte, que l'étain s'y trouve plus abondant ; et dans cet état de fluidité, étant entraîné dans l'expansion du fluide élastique, il laisse un vide, qu'on appelle fouille, qui s'agrandit et s'approfondit à chaque coup, jusqu'à la consommation du volume disproportionné de ce métal.

Il est à observer que, si dans les épreuves extraordinaires de 1786, ces fouilles ne se sont rencontrées que vers le fond de l'ame, c'est-à-dire, au logement de la poudre, et plus fréquemment un peu en avant du logement du boulet dans les pieces de campagne ; on ne peut cependant

conclure que ces aggrégés d'étain, qui y donnent lieu, ne se trouvent que dans cette partie des pieces; mais on concluera avec raison, que la poudre enflammée séjournant plus long-tems dans cette partie, y occasionne un plus grand degré de chaleur, et que le fluide enflammé qui s'échappe avec force par le vent du boulet, ayant la même activité que la flamme de la lampe de l'émailleur, doit accélérer la fusion de la matiere sur laquelle elle se trouve dirigée.

A près avoir tracé la marche certaine que tient le fluide élastique dans la destructiou des bouches à feu, il sera très aisé de faire voir que ce fluide, dans cette marche, pesant, pour ainsi dire, plus sur les gros calibres, doit y laisser des traces plus profondes, et parvenir, par conséquent, plutôt à leur entiere ruine.

§ 17. Quoique les forces d'explosion des charges des pieces de canon soient à-peu-près les mêmes dans leurs expansions, puisque les longueurs de ces charges sont, à peu de chose près, proportionnelles aux longueurs des ames, il n'en résulte pas moins, rigoureusement parlant, une plus grande corrosion sur les parois des ames, et par conséquent un plus grand évasement dans l'ame des plus longues pieces, en restant plus longtems en prise à l'action corrosive et dissolvante des fluides élastiques produits de la poudre enflammée.

§ 18. C'est une vérité bien connue, que dans

dans presque toutes les substances qui, coulées dans des moules, passent par réfroidissement de l'état de fluide à celui de solide, leur masse varie de densité, en devenant plus poreuse, en approchant de l'axe de la masse, et d'autant plus que le volume est considérable; les canons coulés pleins doivent donc, par cette loi, avoir plus de densité et de force à leurs surfaces extérieures que sur les parois de leurs ames, qui avoisinent plus l'axe de la masse; et cette diminution de densité et de force doit être aussi, à proportion, plus grande dans les gros calibres que dans les petits, à raison d'un plus gros volume. *Il s'ensuit donc, qu'à pression égale* de la part du fluide élastique, l'affaissement du métal sous le mobile, ou par ses chocs, doit être plus grand dans les gros calibres que dans les petits

§ 19. Nous avons déja vu que le boulet, par sa forme sphérique, ne portant que sur un des points des parois de l'ame d'une piece neuve, la résultante des efforts du fluide élastique, agissant sur la partie supérieure du boulet, étoit dirigée et concentrée sur ce point de contact (10); et nous ajouterons ici, que cette force résultante doit être proportionelle à la surface en prise à l'action du fluide élastique, et par conséquent d'autant plus grande que le boulet est gros; ainsi, à dureté égale de la part de l'alliage, le logement du boulet, effet per-

Digitized by Google

nicieux de cette inévitable force de pression, doit être d'autant plus prompt que le calibre est gros.

§ 20. A vîtesse égale, les battements sont comme les pesanteurs des mobiles ; ils doivent donc être bien plus violents et bien plus destructifs dans les pieces de 24 que dans celles de 16, et plus dans celles-ci que dans celles de 12, etc.

§ 21. Non seulement les battements sont plus violents dans les gros calibres, comme nous venons de le faire voir, mais ils y sont encore plus précoces et plus fréquents. Pour le prouver, supposons qu'après un certain nombre de coups, le boulet de 24, par exemple, s'étant frayé ce plan incliné sur les parois inférieurs de l'ame, en avant de son logement (11) qui le dirige, comme nous avons vu vers la partie supérieure, commence à atteindre et à frapper les parois de l'ame à l'endroit de la tulipe ; il est évident que la piece de 16, sous une même et pareille dégradation, n'auroit encore rien à craindre des battements, puisqu'ayant moins de longeur que la piece de 24, et ayant cependant le même vent, son boulet, roulant sur un plan semblablement incliné, sortiroit de la piece sans pouvoir atteindre les parois supérieurs de son ame ; et à plus forte raison, si, par un moindre effort à soutenir, comme nous l'avons vu ci-dessus, ce plan incliné étoit moins élevé dans cette

Digitized by Google

piece ; par la même raison, les pieces de 12 et de 8 de place, qui, par l'ordonnance, ont aussi le même vent que la piece de 24, seroient encore bien plus éloignées des effets destructifs des battements.

§ 22. En récapitulant maintenant, d'une part, les désavantages accumulés sur les gros calibres, que nous présente la théorie, on ne sera pas surpris de voir, par expérience, sous un même alliage, comme le constitue notre système actuel de fabrication, mais sous des épaisseurs graduellement plus fortes, et dans la proportion des calibres, la résistance diminuer à mesure que le calibre augmente ; et en appréciant de l'autre l'usage précieux du sabot (*g*), on sera encore moins étonné de la grande disproportion qui existe entre la durée des extrêmes, c'est-à-dire, entre la durée des pieces de 4, et celle des pieces de 24.

(*g*) L'avantage du sabot, relativement à la conservation des pieces, étant rigoureusement démontré par l'expérience, il est important d'en développer la cause.

Le sabot, par sa nature ligneuse, n'étant pas sensiblement perméable au fluide élastique produit par l'inflammation de la poudre, ce fluide ne peut, en quelque petite quantité qu'il soit produit, se développer et s'étendre dans l'ame du canon, sans déplacer le sabot, qui s'ppose à son expansion, en le poussant le long de l'ame, parallèlement à l'axe de cette ame ; et par conséquent, sans déplacer aussi le boulet qui lui eſt contigu, tandis que dans les pieces servies à boulets roulants, comme le sont les pieces

Digitized by Google

§ 23. Il seroit donc bien imprudent, d'après ces vérités palpables, de vouloir entreprendre l'attaque des places avec les pieces de 16, et encore plus avec de celles 24, fabriquées selon le système actuel ; et il seroit encore bien plus dangereux de vouloir les employer à les défendre, puisque dans ce cas, les remplacements sont impossibles (*h*). On pourroit peut-être,

---

de siege et de place, le bouchon de fourrage, placé entre la poudre et le boulet, formant au contraire, par son peu de consistance, comme un vide entre ces deux corps ; ce vide, comme le côté le plus foible, doit être entièrement rempli par le fluide, avant que son action puisse se faire sentir sur le boulet, ce qui donne au fluide la facilité d'envelopper plus exactement ce mobile, et d'agir sur lui avec une plus grande force, dont une partie, par sa décomposition à cause de la forme sphérique du boulet, se dirige médiatement sur les parois inférieurs de l'ame, au point d'appui du mobile. Ainsi, puisque l'effort primitif de la poudre enflammée, qui déplace le mobile, est moindre dans les pieces de bataille, et mieux dirigé selon l'axe de la piece que celui qui déplace le boulet dans les pieces de place et de siege, lequel d'ailleurs pese d'avantage sur les parois de l'ame, il eſt évident que l'affaissement du métal au logement du boulet, qui est l'effet de cet effort primitif, doit être moindre dans les pieces de bataille, et en général dans toutes les pieces servies à boulets ensabottés que dans celles servies à boulets roulans, comme le sont les pieces de place et de siege.

(*h*) Lors de l'impression de ce mémoire, je ne me croyois pas si près de la nécessité, où je serois un jour d'employer des pieces de canon de si courte durée. C'est sur-tout dans les sieges pénibles du fort du Rocher (*Saint-Elme*), de celui de la

Digitized by Google

à la vérité, retarder la ruine de ces pieces, par l'usage du sabot ; mais, jusqu'à quel point ? C'est à l'expérience à l'indiquer ; en attendant il est bien raisonnable de croire, vû l'état de foiblesse où elles sont, que ce moyen seroit insuffisant pour prolonger leurs durées autant que l'exige le service important auquel elles sont destinées. Il faut donc, pour plus grande précaution, se hâter d'apporter à ce systême de fabrication, les corrections les plus efficaces, dont il est très susceptible.

Toute innovation, dans un systême de fa-

Trinité (*Bouton de rose*), et de la citadelle de rose, où cet inconvénient s'est montré dans les circonstances les plus contrariantes.

Obligés de transporter cette grosse artillerie sur des montagnes, et par des chemins escarpés et sinueux, qui ne laissoient d'autres moyens de transports praticables que celui de les y faire traîner à bras d'homme, les promptes dégradations de ces pieces en batterie, nous ont assujétis à des rechanges si fréquents et si laborieux, qu'indépendamment du ralentissement préjudiciable qu'ils apportoient à nos attaques, et du tems précieux qu'ils nous déroboient, ils ont tellement aggravé la fatigue des troupes, occupées à ces sieges et à ces transports, que sans cette énergie républicaine, qui s'accroît en raison de l'obstable qu'elle rencontre, il ne nous auroit pas été possible d'y suffire ; et j'en appelle au témoignage des généraux en chef, qui commandoient à ces sieges des généraux qui y ont été employés, et des représentants du peuple qui en ont toujours partagés les dangers et les fatigues.

Digitized by Google

brication de cette importance, non seulement doit être étudiée, mais même ne doit être adoptée qu'après avoir été sanctionnée par une expérience concluante et décisive; et pour qu'elle soit telle, il faut qu'elle réponde de la résistance aux plus grands efforts que doivent soutenir les bouches à feu, dans le service le plus vif et le plus soutenu, auquel elles peuvent être exposées à la guerre. Et comme dans ce genre, les expériences sont toujours très dispendieuses, il faut, pour éviter les tâtonnements qui pourroient les multiplier, n'admettre que des changements provoqués par des principes avoués par les sciences, qui peuvent par leurs découvertes, contribuer à la perfection de l'art, telles que la physique, la chymie et la métallurgie.

Les commissaires-généraux des fontes n'ayant que l'exécution des formes et des dimensions des bouches à feu prescrites par l'ordonnance, selon un alliage déterminé, tant dans l'espece et le nombre des parties métalliques constituantes, que dans leurs proportions, ne sont, avec juste raison, garant que de l'exactitude de cette exécution, ainsi que de l'efficacité des moyens employés pour opérer une combinaison parfaite des substances métalliques, étant absolument libres sur le choix de ces moyens; mais la résistance et la durée de bouches à feu, que l'épreuve ordinaire ne sauroit garantir, intéressant plus particulièrement les officiers d'ar-

Digitized by Google

tillerie destinés à les servir, depuis que la physique, la chymie et la métallurgie font parties essentielles de leurs instructions, on peut, avec confiance, commettre à leurs discussions éclairées, non seulement les changements à faire sur les formes et les dimensions des bouches à feu, pour les rendre plus convenables au service, mais même la recherche, s'il y a lieu, d'un alliage plus propre à leurs résistances et à leurs durées.

C'est dans cette intime persuasion, qu'après avoir mis en évidence la foiblesse des canons de gros calibres, et du mieux qu'il m'a été possible, les causes qui la constituent; dans la nécessité urgente de remédier à ce défaut de fabrication, je viens réclamer les lumieres de tout le Corps, en lui fournissant les réflexions qu'un exercice habituel de mes fonctions, pendant une résidence de près de quinze années, peut m'avoir suggéré.

§ 24. Nous avons vu (11) que la cause premiere et principale de la ruine des bouches à feu, étoit l'affaissement du métal, qui, dans le tir, avoit lieu invinciblement dans la partie inférieure de l'ame à l'emplacement du mobile; nous avons fait voir aussi (10) que cet affaissement étoit l'effet de la pression du fluide élastique, qui, s'échappant par le vent du boulet, agissoit dans son passage sur la partie supérieure de ce mobile, avant qu'il fût

Digitized by Google

sensiblement déplacé ; d'où il suit que, si on pouvoit, dans la fabrication, trouver un moyen de parer à cet inconvénient, soit en annihilant sa cause, ou en apportant plus de résistance à ses effets, les bouches à feu seroient, par cela seul, bien plus résistantes et plus durables.

§ 25. C'est à l'annihilation de cette cause, dans les mortiers de 8 pouces, à chambre cônique, éprouvés extraordinairement en 1786 (4), qu'il faut rapporter absolument la conservation des parois de leurs ames, jusqu'à la fin de leurs épreuves ; mais comme la longueur des ames des pieces de canon rend malheureusement ce moyen précieux impraticable dans ces bouches à feu, il faut se borner à chercher dans leurs fabrications à opposer plus de résistance à cet effet pernicieux, puisqu'on ne peut pas annihiler sa cause.

§ 26. L'affaissement du métal, dans le tir, n'ayant lieu dans l'ame des bouches à feu à l'emplacement du mobile, que parce que celui-ci est plus dur que la matiere des parois de l'ame sur laquelle il s'appuie, il est évident que si l'on servoit, par exemple, une piece de 24 avec des boulets de plomb, l'affaissement se feroit indubitablement alors, sur la matiere du boulet, comme plus mole, tandis que celle de la piece n'en souffriroit aucun ; mais comme ce boulet, pesant alors plus de 36 livres, coûteroit lui seul 10 à 11 livres, et qu'il faudroit en outre, en raison

Digitized by Google

raison de cette plus grande pesanteur, augmenter la charge de poudre et renforcer l'affût, ce qui entraîneroit encore un surcroît de dépense, dont l'ensemble ne pourroit, en aucune maniere, être mis en parallele avec la plus grande durée qu'il procureroit à cette piece de canon, il seroit absurde de présenter ce moyen comme une amélioration.

§ 27. Après tout ce que nous avons dit, il est évident que ce n'est pas par la force de cohésion, et par les épaisseurs de la matiere, que le métal du canon peut lutter contre cette force de pression, qui donne lieu à l'affaissement du métal sur lui-même, qui a lieu à l'emplacement du mobile, et qui est la source de destruction de toutes les bouches à feu, mais qu'il faut, pour plus d'efficacité, opposer à cet effort une autre qualité de la matiere, qui est la dureté; et comme cette pression destructive a des effets qui, ainsi que nous l'avons vu (17, 18, 19, 20, 21) augmentent avec le calibre, il faudroit aussi que cette faculté préservatrice augmentât dans le même rapport.

C'est donc un vice capital de fabrication dans nos fonderies, de n'admettre dans la fabrication de toutes les bouches à feu et de tous les calibres, qu'un seul et unique alliage de cuivre et d'étain, lequel même est toujours constitué dans le même rapport, puisque cette uniformité ne

Digitized by Google

peut même donner à la matiere de la piece de 24, autant de dureté qu'à celle de la piece de 4 (18).

§ 28. La fonte à l'usage de l'artillerie étant d'autant plus dure que l'étain entre en plus grande proportion dans l'alliage, et la dureté de la matiere des bouches à feu étant, comme nous venons de l'observer, celle de ses propriétés qui lui est la plus nécessaire pour contrebalancer le premier effort destructif de la poudre enflammée, et tous ceux qui en dérivent; il paroîtroit d'abord avantageux de donner à cette matiere, indistinctement pour toutes les bouches à feu et pour tous les calibres, le plus grand degré de dureté possible, par l'entremise de l'étain; mais comme vis-à-vis de cette plus grande dureté ainsi acquise, il se rencontreroit nécessairement des obstacles insurmontables dans la fabrication, et des inconvénients inévitables dans le service, cette uniformité d'alliage ne seroit pas moins vicieuse que la premiere: il faut donc se restraindre à substituer à l'unité de rapport établi entre les deux parties constituantes de l'alliage, une suite de rapports variables, plus convenables à la fabrication et au service, en ce que donnant progressivement à la matiere plus de dureté, ils puissent être appropriés à la fabrication de celles des bouches à feu, et de différents calibres, qui en ont proportionnellement plus de besoin.

Digitized by Google

§ 29. On ne regarde cependant pas comme absolument nécessaire que cette espece d'échelle ait autant de degrés qu'il y a de différentes especes de bouches à feu, et de calibres différents. Il paroît au contraire, que trois différents rapports, selon lesquels le cuivre et l'étain seroient combinés, pourroient suffire à la fabrication de toutes les bouches à feu, en les appropriant comme il suit.

Celui qui, par moins d'étain, rendroit l'alliage moins dur, seroit réservé pour la coulée des pieces de campagne de 4 et de 8 ; le second, dans lequel l'étain entreroit dans un plus grand rapport, et donneroit par conséquent plus de dureté à l'alliage, seroit destiné à la coulée des pieces de campagne de 12, à celle de 8 et de 12 de place, à celle de tous les obusiers, à celle des mortiers de 8 pouces, et des mortiers, pierriers et éprouvettes; et enfin le troisieme, dans lequel l'étain entreroit encore en plus grande quantité, seroit employé à la coulée des pieces de 16, de 24, et à celle des mortiers de 10 et de 12 pouces.

§ 30. Pour rendre compte de cette distribution, et établir en même tems les trois rapports qui y paroissent relatifs, nous observerons que ce n'est point à cause d'un moindre effort que les pieces de canon ont à soutenir, à mesure que le calibre diminue, qu'on propose de réduire la quantité d'étain qui entre dans l'alliage des

Digitized by Google

pieces de campagne de 4 et de 8, puisque plus de dureté ne sauroit préjudicier à leur service, mais parce qu'une trop grande quantité d'étain donne lieu à d'autres causes de dépérissements, que nous allons désigner, dont les effets sont d'autant plus destructifs, que le calibre est petit.

L'étain rendant la fonte d'autant plus fusible qu'il entre en plus grande quantité dans l'alliage, il doit plutôt la disposer aussi à tous les différents degrés de molesse et de flexibilité qui précédent la fusion; or, les pieces de canon s'échauffant beaucoup à force de tirer, il est évident alors que les influences de l'étain dans la fonte, deviennent, par la chaleur que le métal éprouve dans le tir, contraires absolument de ce qu'elles étoient à froid; d'où il suit que celles des bouches à feu, qui sont les plus exposées, par la nature de leurs services, à prendre un plus grand degré de chaleur, comme les pieces de 4 et de 8 de campagne, dont le tir est très prompt et très suivi, sont celles aussi qui, étant les plus exposées à cette inversion des propriétés, ou influence de l'étain, doivent le moins en contenir dans leur alliage, parce qu'autrement leur matiere, dans un service forcé, prenant un prompt affaissement sous le boulet, leur ruine seroit d'autant plus prochaine, qu'il se formeroit indubitablement des fouilles de matiere considérables sur les parois de leurs ames, si l'alliage

Digitized by Google

sur-tout n'avoit pas été bien exécuté. Ces pieces d'ailleurs, par leur peu de longueur, n'étant que foiblement en prise aux battements des boulets, on peut, sans inconvénient, diminuer jusqu'à un certain point la dureté de leur alliage.

L'alliage de 8 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, étant celui qui a le mieux résisté aux épreuves extraordinaires de 1786, puisque les deux pieces de 8 de campagne, *Jason* et *Apollon*, dans lesquelles les fouilles de matiere n'ont pas paru, avoient été coulées d'un alliage constitué dans ce rapport; c'est celui aussi qu'il conviendroit d'approprier à la coulée des pieces de campagne de ces deux calibres.

§ 31. Le service des pieces de campagne de 12, devenant plus lent, tant par la plus grande pesanteur du mobile, et la plus grande longueur et pesanteur des armements, que par plus de tems qu'exige quelquefois le pointement, ayant à porter des coups à des distances plus grandes et plus variables; et ce même ralentissement étant encore plus sensible, par plus de longueur d'ame, dans les pieces de 12 et de 8, de batteries destinées à l'attaque et à la défense des places; non seulement, par cette raison, l'alliage de ces bouches à feu peut supporter plus d'étain, mais même il en exige d'avantage que celui des pieces de campagne de 4 et de 8, puisque, par plus de longueur, elles sont bien plus exposées aux battements.

Digitized by Google

Cette dureté moyenne, pour ainsi dire, convient également à la matiere des mortiers de 8 pouces, à celle de tous les obusiers, et à celles des mortiers, pierriers et éprouvettes; parce qu'en mettant moins d'étain, leurs tourillons seroient exposés à se fausser et à se détacher (4); et en faisant entrer ce métal au contraire dans un plus grand rapport, il pourroit occasionner des fouilles de matiere assez considérables pour mettre ces mortiers hors de service.

On pourroit donc fixer le rapport de l'alliage, destiné à la coulée de toutes ces différentes bouches à feu ci-dessus désignées, à celui de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, puisqu'il a procuré aux épreuves de 1786, une bonne résistance aux deux pieces de campagne de 12, le *Courtisan* et le *Soufleur*, ainsi qu'aux deux mortiers de 8 pouces, n°s. 17 et 49, malgré l'effort inusité auquel ils ont été constamment en butte dans le cours de leurs épreuves, tant par la charge de la poudre, que par l'inclination de leurs plates-formes.

§ 32. Enfin, les pieces de 16, et celles de 24, étant, comme nous l'avons vu, plus exposées aux battements de boulet, et aux autres dégradations qui en dérivent (20, 21), et ces battements y étant, comme dans les gros mortiers de 10 pouces et 12 pouces, plus violents et plus destructifs, demandent nécessairement un alliage plus dur, et par conséquent, plus chargé

Digitized by Google

d'étain que celui sous lequel ces deux especes de canons importants, ont si peu résisté aux épreuves de 1786; ce qui pourroit bien exiger 12 à 13 livres d'étain, pour 100 livres de cuivre.

§ 33. Ces trois différents alliages étant admis dans la fabrication des bouches à feu, et substitués à cette unité vicieuse qui laisse les gros calibres dans une trop grande disproportion de résistance, il est aisé de faire voir que cette admission ne sauroit y apporter ni gêne, ni inconvénient; car avec la précaution d'étiqueter, par une marque distinctive, les produits des fontes relatives à chacun des trois alliages, et en empêchant le mêlange des buchilles, ce que l'on ne peut certainement regarder comme une gêne, il y auroit encore moins d'embarras à faire entrer ensemble différentes parties de ces trois alliages dans une charge de fourneau, que d'y introduire plusieurs vieilles pieces de canon, d'un alliage différents entre eux, et de celui à établir dans la charge, parce que l'alliage de ces vieilles pieces seroit peut-être moins bien connu.

Le titre des plaques de rafinage ne seroit pas, à la vérité, si bien apprécié; mais l'erreur ne pourroit être bien grande : cette matiere provenant presqu'en entier des croûtes des moules des grosses pieces, participeroit presqu'en entier aussi de l'alliage qui y seroit relatif. D'ailleurs, cette erreur ne pourroit être préjudiciable,

Digitized by Google

ces matieres n'entrant presque jamais que dans la charge des fontes destinées à la coulée des menus ouvrages, ou quand elles sont admises en plaques de second rafinage, dans les fontes destinées à la coulée des bouches à feu ; elles y entrent en trop petite quantité, pour pouvoir y introduire des différences perceptibles.

La seule différence qu'entraîneroient ces différents rapports entre les parties constituantes de la fonte, seroit de ne pouvoir comprendre dans la coulée d'une même fonte que l'espece, ou les especes des bouches à feu relatives à l'alliage établi dans la charge du fourneau ; mais ceci n'est point un inconvénient, c'est tout au plus une commodité de moins, dont la privation ne peut pas même être onéreuse, ayant toujours vu la charge du grand fourneau exactement absorbé par la coulée de quatre pieces de 24, ou de cinq pieces de 16, ainsi que celles des autres fourneaux, par la coulée des pieces d'un moindre calibre.

§ 34. Mais n'est-il pas à craindre qu'en voulant, par l'entremise de l'étain, atteindre au degré de dureté qu'exige l'alliage des pieces de ces deux derniers calibres, pour lutter contre l'effort destructif qu'elles ont à supporter, on ne tombe dans des inconvénients de fabrication difficiles à surmonter. Le *Rayonnant* et le *Fameux*, canons de 24, coulés d'un alliage de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, et qui se sont montrés

Digitized by Google

montrés si foibles l'un et l'autre dans leurs épreuves extraordinaires (6), avoient cependant leurs écorces si dures, qu'on étoit obligé, pour pouvoir les tourner extérieurement, de tenir des chiffons mouillés sur les couteaux, pour les empêcher de se détramper ; l'alliage de ces deux pieces n'étoit donc pas uniformément dur, puisque dans leurs forages les forêts ne rencontroient point les mêmes difficultés ; ce qui annonce que dans cet alliage, les deux parties constituantes n'y étoient pas numériquement combinées.

Or il est à croire que sous une plus grande quantité d'étain, comme celle de 12 à 13 parties sur 100 parties de cuivre, qui seroit vraisemblablement nécessaire, comme nous venons de le dire, pour former cet alliage dans la dureté requise, la disparité de résistance seroit encore mieux marquée, n'ayant que les mêmes moyens de combinaison à employer ; et les pieces qui en seroient coulées, bien loin d'être plus résistantes, en dureroient peut-être moins, parce que leurs matieres, par plus d'étain, devenant plus sensibles aux impressions de la chaleur, ces pieces, dans leurs tirs, pourroient se courber par le poids de la tulipe, agissant à l'extrémité d'un long levier.

On ne peut donc presque pas se flatter de pouvoir donner, par l'étain seul, à l'alliage des pieces de 16 et de 24, le degré de dureté qu'exige

Digitized by Google

impérieusement l'effort destructif qu'elles ont à supporter: il faut donc avoir recours à des moyens plus efficaces.

§ 35. Dans cette nécessité, il se présente une réflexion, qui doit nous mettre sur la voie: dans les dernieres guerres de Flandres, si fécondes en sieges, les places n'ont été prises qu'avec des pieces de 16 et de 24, de même forme et de mêmes dimensions que celles d'aujourd'hui; et si, par hasard, il se rencontroit quelqu'individu foible, la plus grande partie fournissoit cependant à toute la durée du siege; c'est du moins le dire de tous les Officiers d'Artillerie, encore en grand nombre dans le Corps, qui ont fait la plupart de ces sieges.

Il faut donc que depuis cette époque, ou que l'agent destructif soit devenu plus fort, ou que ces pieces se soient, pour ainsi dire, abâtardies dans leur fabrication, ou, ce qui est encore plus vrai semblable, que l'une et l'autre de ces deux causes aient concouru à diminuer la résistance de ces deux especes de canons; ce n'est donc que par un examen réfléchi sur ces changements, et par une évaluation impartiale de leurs influences, que nous pouvons espérer d'arriver au but d'amélioration que nous nous sommes proposé.

§ 36. A l'époque des dernieres guerres de Flandres, les poudres étoient reçues dans les magasins, à 60 toises de portée; il paroit

Digitized by Google

même par les épreuves de *Bélidor*, faites à la Fère, à-peu-près dans le même tems, sur les portées des bouches à feu, qu'elles ne portoient pas le globe du mortier éprouvette au-de là de cette distance. Actuellement, non seulement l'ordonnance en exige 100, mais elles portent même presque toutes à 120, et quelques-unes jusqu'à 130 toises; l'agent destructif des bouches à feu ayant donc presque doublé de force, il n'est pas étonnant que les pieces de 16 et de 24, qui sont soumises à ce nouvel agent, ne résistent pas autant que lorsqu'elles n'avoient affaire qu'à un agent moitié moins fort.

§ 37. Il est bien certain qu'autrefois, et même qu'à l'époque encore de l'ordonnance de 1732, l'alliage des bouches à feu étoit plus composé que celui d'aujourd'hui, puisque le zinc, par l'entremise du léton, étoit partie constituante de cet alliage. Il est à présumer que c'est à l'introduction du forage dans la fabrication des bouches à feu, qui a eu lieu en 1744, qu'on doit rapporter la réduction de l'alliage à ses deux seules parties constituantes, le cuivre et l'étain, en observant cependant, que les fontes qui ont eu lieu quelque tems après cette réduction, ne pouvoient que se ressentir sensiblement des influences de ce demi-métal, qui devoit nécessairement y être introduit par les vieilles bouches à feu à refondre, dont on alimentoit les charges des fourneaux : nous

Digitized by Google

devons donc regarder l'alliage des pieces de canon consommées dans les sieges de Flandres, comme tenant encore du zinc, avec d'autant plus de raison, que la fonderie de Douai, qui en a fourni la plus grande partie, n'a été soumise au forage et à ses influences qu'en 1748; nous avons donc à examiner ici si cette réduction est digne d'éloge, ou susceptible de blâme.

Le zinc a avec le cuivre bien plus d'affinité que l'étain, puisqu'il se combine presqu'en toute proportion avec lui, sans lui enlever son nerf et sa ductilité; et il a, comme l'étain, la propriété de le durcir considérablement : l'étain divise au contraire le cuivre, et ne se combine bien avec lui, sur-tout en grande dose, que par un grand degré de chaleur; faute de ce, il forme dans la fonte, en se refroidissant, ces especes de grumeaux de matiere mal combinée, qui donnent lieu dans le service à ces fouilles destructives et à ces sifflets qui n'ont paru, de l'aveu des fondeurs, que depuis peu dans les bouches à feu. Le zinc a d'ailleurs avec l'étain beaucoup d'affinité, et peut, par-là, servir d'intermede, et déterminer dans une circonstance peu favorable à la combinaison, comme par un manque de chaleur, le cuivre et l'étain à s'allier d'une maniere plus prompte, plus exacte et plus intime.

La proscription du zinc de nos fontes n'est donc pas fondée, n'étant établie, ni sur aucun principe de théorie, ni sur aucun résultat

Digitized by Google

d'expérience ; et il est aisé d'appercevoir qu'elle n'a été donnée qu'à la demande des fondeurs, auquel ce demi-métal n'étant pas vraisemblablement connu par ses bonnes influences, faisoit craindre dans les fontes un trop grand déchet, par sa grande volatilité.

§ 38. Ce raisonnement, tendant à faire rentrer le zinc dans nos fontes, comme partie constituante, n'est pas simplement conjectural, mais étayé de l'expérience. Il a été fait en 1780, à Douai, une épreuve ordinaire et extraordinaire sur une piece de campagne de 4, coulée d'un alliage de 1200 livres de cuivre rouge, et de 732 livres de zinc; ce dernier métal étoit à peine coulant, lorsqu'il fut projeté sur le cuivre, à peine en bain aussi: cependant, malgré cette circonstance défavorable, l'alliage fut très exact et très intime, la piece très bien coulée, et la cassure de sa masselote ne montra aucune molécule isolée de zinc; la couleur de cette cassure étoit citron pâle; la piece après l'épreuve ordinaire, tira en trois séances 725 coups, à boulets roulants, et pris sans choix dans les terres de la butte; la piece, après cette épreuve, se trouva considérablement évasée, remplie de battements et d'éraflements, à la vérité, plus nombreux que profonds.

C'est sans doute bien plus qu'on ne devoit attendre de la durée d'une piece servie avec si peu de précaution, et coulée d'un alliage

Digitized by Google

dans lequel le zinc étoit entré en trop grande quantité pour ne pas y apporter, dans un service forcé, quelques mauvaises influences.

Cette épreuve, que je produis ici, quoique faite à d'autres fins, se trouve cependant si favorable au raisonnement précédent, que, non seulement elle doit entièrement rassurer contre la supposition des mauvais effets du zinc dans les fontes, mais même convaincre parfaitement des bons effets qu'il doit y produire, puisque cette piece, d'un alliage si chargé de zinc, a cependant tiré 149 coups de plus que l'*Habile*, piece de campagne de 4, servie à boulets roulants, aux épreuves de 1786 (3), mais avec bien plus de précaution, quant au choix des boulets.

Les pieces de 16 et de 24, ainsi que toutes les bouches à feu anciennes, pouvoient donc, par cette seule influence du zinc, avoir plus de résistance, et par conséquent plus de durée que celles d'aujourd'hui.

§ 39. L'ordonnance de 1732, avoit déterminé le vent du boulet au vingt-septieme du diamêtre de ce mobile, ce qui donnoit à la piece de 24, vingt-neuf points de vent, vingt-cinq à celle de 16, vingt-trois à celle de 12, ainsi des autres; c'est sans doute à l'introduction du forage que nous devons rapporter la réduction considérable du vent du boulet, par la facilité qu'entraîne cette méthode, de pouvoir donner toute la précision requise aux

Digitized by Google

formes et aux dimensions des bouches à feu.

Il existe encore actuellement un grand nombre de pieces neuves de tous calibres, mais en grand nombre de celui de 24, répandues dans les places de Flandres, de la Picardie, du Haynaut et de l'Artois, coulées et forées à Douai, en 1748, par M. Maritz, dans lesquelles les calibres conformes à l'ordonnance de 1769, ne peuvent entrer, de maniere que le vent du boulet, dans ces pieces, est réduit à 15 ou à 16 points.

Or, par cette réduction abusive, il doit en résulter moins d'équilibre dans la résistance des canons, au désavantage des gros; car nous avons vu (21) qu'en donnant, comme nous le pratiquons maintenant, 18 points de vent, indistinctement à toutes les pieces de place, il arrivoit qu'à même dégradation, c'est-à-dire, que sous un même affaissement de métal au logement du mobile, la piece de 24, par plus de longueur d'ame, étoit plutôt en prise aux battements de boulet, et par conséquent plus près de sa ruine que la piece de 16, et celle-ci plus près que celle de 12, ainsi de suite.

Sous ce point de vue, et tel vraisemblablement que l'avoit envisagé l'ordonnance de 1732, le peu de jeu du mobile dans la piece seroit donc une cause de destruction.

§ 40. Cette assertion paroisant heurter de front le principe reçu jusqu'aujourd'hui, que dans

Digitized by Google

la fabrication des bouches à feu, moins il y a de jeu pour le mobile dans l'ame, plus cette précision garantit la justesse du coup et la durée de l'arme; il est important de s'y arrêter un instant pour la défendre de ce préjugé, contre lequel je ne m'éleve moi-même dans cet instant, qu'après en avoir été la dupe pendant très long-tems.

Le boulet qu'on introduit dans l'ame d'un canon, n'a par lui-même d'autre détermination que celle que lui donne sa force de pesanteur, de s'asseoir sur le point le plus bas des parois de l'ame : d'ailleurs, nous avons vu que l'action du fluide élastique sur ce mobile dans l'ame, étoit plutôt d'attérer le boulet que de le forcer à s'élever (11); ainsi dans une piece neuve, dans laquelle par conséquent il n'existe aucun obstacle à la marche du mobile, ce mobile est nécessairement déterminé à rouler le long des parois de l'ame, en portant toujours sur la partie la plus basse; d'où il suit que, dans une piece neuve, la réduction du vent du boulet ne contribue en rien à sa justesse.

Cette réduction n'y contribue pas davantage dans une piece qui a déjà servi, et dans laquelle le logement du boulet (cette dégradation primitive, source de toutes les autres), est déjà sensible; car supposons que dans une piece de 24 le boulet commence à frapper les parois supérieurs de l'ame, soit par la direction

Digitized by Google

tion qu'il reçoit du plan incliné, formé par une continuité de coups (11), ou par l'effet de la profondeur subite que peut avoir pris le logement du boulet, qu'arriveroit-il d'avantageux à cette piece, pour la justesse de ses coups, si, au lieu d'avoir un vent de 18 points, tel qu'il est établi par l'ordonnance, ce vent étoit réduit à 12 points? L'angle de percussion du boulet sur les parois de l'ame étant le même, l'angle de réflexion ou de départ seroit le même aussi; il n'en résulteroit donc rien d'avantageux à la direction du coup: ainsi, soit que la piece soit neuve, ou qu'elle ait déjà servi, on ne peut regarder la diminution du vent comme un garant de la justesse du coup; et le seul bon effet que puisse produire cette diminution, relativement à la justesse du coup, mais rigoureusement parlant, et à un seul égard, c'est que donnant moins d'issue à l'échappement du fluide élastique dans son expansion, entre la piece et le boulet, le ressort de ce fluide est moins affoibli par cette perte, ce qui, rigoureusement parlant encore, donnant au mobile une vîtesse initiale plus grande, la courbe qu'il décrit est plus tendue; d'où il résulte que, dans un espace donné, il s'écarte moins, par l'effet de la pesanteur, de la direction de l'axe de la piece.

§ 41. Cette même réduction de vent ne contribue pas davantage à la durée de la piece, considérée même d'après cette moindre issue à

Digitized by Google

l'échappement du fluide élastique; car la pression sur la surface supérieure du mobile, qui donne lieu à l'affaissement du métal au logement du boulet, n'en est pas moins la même; l'action des fluides élastiques n'étant point en raison de leur quantité, ni de la hauteur de la colonne comprimante, mais en raison de leur ressort, qui est toujours le même dans le premier instant d'expansion, de celui qui est produit par l'inflammation de la poudre.

Mais si, dans le commencement du tir des pieces de canon, cette diminution du vent ne retarde pas même sensiblement leur destruction, elle contribue bien plus dans la suite à accélérer leur ruine; car en rappelant la supposition faite ci-dessus, de la piece de 24, réduite à douze points de vent, on voit que par ce rétrécissement de l'ame, le boulet doit plutôt atteindre et frapper les parois supérieurs; et que sous la même profondeur au logement du boulet, les battements doivent se faire sentir plus en arriere de la bouche: la destruction est donc alors plus avancée, puisque, d'une part, les battements ne peuvent avoir lieu plus loin de la bouche, sans préalablement avoir eu lieu plus près dans les coups précédents; et que, de l'autre, sa disposition aux battements sur la partie inférieure de l'ame est plus prochaine, ne pouvant s'y faire sentir que par des ricochets pris sur la partie supérieure (*i*).

(*i*) Il n'en eſt pas de même pour le fusil; car, d'une

Digitized by Google

Les gersures qui se sont formées sur les parois extérieurs des pieces de 24 et de 16, éprouvées en 1786, d'abord sur la tulipe, ensuite sur la volée, et successivement en avançant vers la culasse, dans le petit nombre de coups qu'elles ont pu tirer, tracent, d'une maniere bien évidente, la marche ordinaire de la dégradation des bouches à feu.

§ 42. Ainsi, bien loin de regarder comme une perfection dans la fabrication la réduction du vent du mobile, on doit plutôt l'envisager comme un obstacle à la durée du canon : on

---

part, la bale étant de plomb, et la matiere de l'arme étant élastique, cette cavité destructive au logement du mobile ne pouvant avoir lieu, le rétrécissement de l'ame ne sauroit préjudicier à la durée du fusil; et de l'autre, il est très important pour la portée du fusil, que le vent de la bale soit le plus petit possible; puisque même alors cette issue à l'échappement du fluide, ainsi que celle qui a lieu en même tems par la lumiere, sont encore, à proportion dans le fusil, dix fois plus grandes que dans le canon; d'où il suit, que lorsque dans celui-ci le ressort du fluide n'est pas sensiblement diminué par cette perte, il en est au contraire considérablement affoibli dans le fusil.

C'est ce qui a paru évidemment aux épreuves des fusils à Douai, ordonnées en 1788 par le conseil de la guerre; ceux à dez et lumiere conique qui se chargeoient sans amorcer, ayant eu des portées sensiblement au-dessous de celles du fusil, modele ordinaire de 1777, par la plus grande perte du fluide élastique, qui se faisoit par leurs lumieres, nécessairement plus grandes et plus ouvertes, pour faciliter l'intromission de la poudre dans le bassinet.

Digitized by Google

doit donc envisager comme un défaut l'uniformité du vent établie par l'ordonnance, d'une part dans les quatre calibres destinés à l'attaque et à la défense des places, et de l'autre, dans les trois calibres destinés au service de campagne ; ce vent devant être, pour un meilleur effet, en proportion de la longueur de l'ame ; ainsi que l'avoit judicieusement prescrit l'ordonnance de 1732.

Pour donner plus de force et de crédit aux raisonnements renfermés dans les quatre précédens paragraphes, il est essentiel de les étayer de l'expérience.

§ 43. Il a été éprouvé, à Douai, en 1786, deux mortiers de douze pouces, à grandes portées, l'un à chambre cônique tronquée, (ce cône, du côté de sa grande base, étant prolongé jusqu'à la partie cylindrique de l'ame, selon la forme et les dimensions données par M. Gomer), coulés selon les procédés de MM. Poitevin, d'un alliage de 5,8 parties d'étain sur 100 parties de cuivre ; et d'un diamètre, quant à l'ame, de cinq points au-dessus du calibre ; l'autre, coulé en 1775, par M. Bérenger, d'un alliage de 11 parties d'étain sur 100 parties de cuivre, et d'un diamètre, quant à l'ame, de dix points au-dessous du calibre, d'ailleurs de forme ordinaire, ayant seulement sa chambre tant soit peu cônique.

Ces deux mortiers ont tirés chacun douze

Digitized by Google

coups, à chambres pleines, contenant onze livres et demie de poudre, et à 45 degrés d'élévation ; celui à la Gomer ne s'est presque pas ressenti de cette épreuve, ayant cependant eu la supériorité de portée, quoiqu'avec 15 points de vent de plus ; mais lorsque dans celui de M. Bérenger, le logement de la bombe devint sensible, ce qui eut lieu après le huitieme coup, il cassa sa neuvieme, onzieme et douzieme bombe, et il auroit immanquablement cassé toutes les autres, si on avoit continué à le faire tirer, parce que la bombe, vû le grand rétrécissement du mortier, ne pouvoit sortir de son logement sans bondir, et sans frapper les parois supérieurs de l'ame et sans se casser ; pour mettre ce mortier en état de reservir après cette légère épreuve, on a été obligé de l'allézer des dix points qui manquoit à son calibre.

§ 44. La méthode de couler plein les pieces de canon, introduite en 1744 par M. Maritz, et substituée ensuite entièrement à la méthode de couler à noyau, est sans contredit le plus grand changement qui se soit opéré dans cet art depuis l'ordonnance de 1732.

En réfléchissant sur l'importance de ce changement, on a de la peine à se persuader que cette nouvelle méthode, quelque séduisante qu'elle ait paru dans ses moyens, mais cependant si différente de la premiere, tant par ses procédés, que

Digitized by Google

par ses influences, ait été adoptée, sans qu'il ait été auparavant bien constaté par des expériences décisives, si le seul avantage qu'elle présentoit par des formes plus régulières et plus précises, pouvoit compenser les désavantages qui en résultent, tant par des plus grands frais de fabrication, que par moins de résistance dans les bouches à feu (18).

Il n'existe rien d'écrit à cet égard, à moins que l'expérience, dont Dulacq fait mention dans son méchanisme de l'artillerie, doive se rapporter, sans que cet auteur le dise lui-même, à des pieces forées, M. Maritz étant pour lors fondeur à Lyon. Dulacq rapporte seulement, que deux pieces de canon, dont il ne donne pas même le calibre, coulées à Lyon cette année (vraisemblablement 1741), avoient tiré chacune 1500 coups, au tiers et à la moitié du poids du boulet; il assure les avoir vues, après cette épreuve, encore en très bon état; mais il ne dit point en combien de séances elles avoient tiré ces 1500 coups, quoiqu'il fasse entendre qu'elles avoient été servies assez légèrement.

Auroit-on pu croire alors que les formes et les dimensions des bouches à feu restant absolument les mêmes, cette nouvelle maniere de les couler n'apportoit aucune altération à la résistance de leur matiere? Nous avons vu cependant le contraire, et nous ajouterons encore ici que, par un moindre volume de matiere, et par

Digitized by Google

plus de surface dans les moules, cette matiere doit être bien plutôt consolidée dans l'ancienne méthode; d'où il résulte nécessairement, que cet étain mal combiné, qui, dans la nouvelle méthode, se rassemble par un affinité d'aggrégation en grumeaux, qui donnent en suite lieu dans le service, à ces fouilles de matiere destructives, n'ayant pas dans celle-ci le tems de se rassembler en si grande masse, l'alliage se trouve plus dur, plus homogène, et plus uniformément résistant par l'influence même de cet étain, ainsi disséminé en molécules imperceptibles.

§ 45. Ces vérités rameneront donc au moins pour les gros calibres, si les moyens indiqués ci-dessus étoient ensemble insuffisants, à l'ancienne méthode de couler à noyau, dans laquelle les parois de l'ame devenant écorse, comme la surface extérieure, doivent se trouver plus durs que le reste du corps du canon, ainsi qu'on s'en apperçoit bien sensiblement dans la fabrication (34); et comme le savoit très bien M. Maritz, puisqu'il recommande de réserver dans le forage cinq points d'épaisseur, pour pouvoir en suite, par le repassage, faire disparoître, à la faveur de ces cinq points de réserve, entièrement toutes les traces de l'épreuve (*k*). L'auteur de cette nouvelle méthode croyoit

(*k*). Instruction provisoire sur les fontes en 1769, art. 29.

Digitized by Google

donc que l'affaissement du métal au logement du mobile, pourroit être dans deux coups seulement, de quatre à cinq points de profondeur, ce qui n'annonce pas une grande résistance. Je dis deux coups seulement, parce qu'à cause de l'inégalité des charges dans les quatre coups d'épreuve, le boulet ne porte que deux coups de suite à la même place.

§ 46. Le raisonnement, dans ce mémoire, ayant toujours été étayé de l'expérience, nous sommes obligés de convenir que, privés de cette lumiere, il ne nous est pas possible d'établir ici ce concours de vérité; car, quelque prévention favorable que le seul fait que nous allons exposer, jette sur l'ancienne méthode, nous ne le regardons cependant pas comme décisif; ce qui, vû l'importance de l'objet, nous détermine à réclamer ce secours impérieux; il existe à cet effet dans les places, des pieces coulées à noyau encore en assez bon état, pour pouvoir, par une épreuve comparative, en retirer quelque résultat affirmatif.

Toutes les bouches à feu ayant été successivement soumises à la nouvelle méthode de couler, les mortiers de 10 et de 12 pouces, à grandes portées, furent rendus à l'ancienne méthode de couler à noyau, par les observations qui furent faites sur ces armes, éprouvées à Strasbourg en 1765; mais avec des modifications plus favorables à la fabrication qu'au bien du service,

Digitized by Google

vice, et contre lesquelles M. Bérenger a réclamé dans le tems, et encore plus dernièrement, après avoir essuyé un dommage considérable dans la fabrication et l'épreuve de dix-huit mortiers de 10 pouces, à chambres cylindriques et à grandes portées, qui avoient été coulés à petit noyau en 1788, dont quatre n'ont pu être éprouvés, dix rebutés après l'épreuve, et les quatre restant n'ont été reçus que parce qu'ils étoient dans le remede de la loi.

Forcé, par ces mauvais succès, d'abandonner cete méthode vicieuse, M. Bérenger, depuis ce tems, a coulé à plein noyau dix-huit mortiers; savoir, sept de dix pouces à grandes portées, et en tout pareils aux dix-huit ci-dessus, et quatre de douze pouces à chambre cônique, et selon les formes et les dimensions données par M. Gomer, et sept de douze pouces ordinaires, à petites portées; non seulement tous ces mortiers ont été reçus après l'épreuve ordinaire, mais même il n'y en a eu qu'un de douze ordinaire, dans lequel cette épreuve ait découvert deux petites chambres, tolérées par l'ordonnance.

§ 47. En résumant tout ce que nous venons de dire sur la fabrication des pieces, à l'époque de l'ordonnance de 1732, il en résulte qu'elles devoient bien mieux résister et durer davantage que celles que nous fabriquons actuellement; 1°. parce que dans leur service, ayant eu affaire à un agent destructif beaucoup moins fort, son

Digitized by Google

action, à même nombre de coups, devoit opérer des dommages sensiblement moins considérables; 2°. parce que, à même longueur d'ame, ayant plus de vent, elles devoient être bien plus tard en prise aux battements de boulets; 3°. parce que, par l'intermede du zinc que le léton introduisoit dans leurs matieres, le cuivre et l'étain se trouvant mieux combinés, en quelque moindre degré de chaleur que s'opérât le mélange, l'alliage, par plus d'uniformité, se trouvoit plus dur et moins susceptible dans le service de fouille de matiere; 4°. enfin, parce qu'étant coulées à noyau, les parois de l'ame devenant écorse, ou plus voisins de l'écorse, devoient se trouver à proportion plus durs, et par un plus prompt réfroidissement, la matiere se trouvant plus homogène dans toutes ses parties, le corps du canon devoit être plus réistant.

§ 48. Nous pouvons donc conclure ici, que pour procurer aux bouches à feu en général, mais sur-tout aux pieces de place et de siege, plus de force et de durée, il faut, 1°., donner à ces pieces le vent prescrit par l'ordonnance de 1732.

2°. Il faut admettre le zinc dans nos fontes, soit à petite dose, et seulement comme intermede, pour rendre plus facile et plus intime la combinaison du cuivre avec la plus grande quantité d'étain qu'exige impérieusement le service, pour durcir convenablement l'alliage destiné à la

Digitized by Google

coulée des pieces de gros calibre ; soit en plus grande dose, de maniere à lui faire tenir lieu d'une partie de l'étain ou d'une partie du cuivre ; et suivant que l'expérience, pour éviter la dépense et la longueur du tâtonnement, provoquée par un pressentiment éclairé sur cette dose de zinc à introduire dans l'alliage, mais cependant suffisamment consultée, aura fait connoître les bornes de ses bonnes influences.

3°. Enfin, si ce second moyen, employé dans toute sa perfection, n'apporte cependant pas toute la dureté et la résistance qu'exige l'effort destructif dans les gros canons, il faut sans regret revenir sur nos pas, c'est-à-dire, reprendre sans hésiter l'ancienne méthode de couler à noyau, comme une plus efficace et derniere ressource.

Le génie, dans ses élans, a sans doute ses écarts ; c'est alors à l'expérience à le redresser : félicitons-nous donc si, sortis par elle, dans la tranquilité de la paix, de cette dangereuse sécurité, par la sollicitude éclairée qui nous en a procuré le moyen, nous avons échappé aux regrets auxquels nous aurions été cruellement en butte si, dans le plus glorieux exercice de notre art, et dans la plus grande ferveur de notre zéle, nous n'avions eu à employer, pour le seconder, que des armes défectueuses. Le Corps de l'Artillerie de France professe depuis si long-tems son art avec tant de réputation et d'autorité, qu'il n'est pas étonnant que toutes les Puissances

Digitized by Google

de l'Europe, qui sont venues à l'envi puiser nos connoissances, aient aveuglement adopté nos maximes, bonnes ou mauvaises; pour ne pas perdre cette honorable prérogative, après avoir innocemment accrédité les erreurs, soyons du moins les premiers à les faire connoître et à les corriger.

49. Il est encore un moyen bien efficace à employer pour procurer aux canons destinés à l'attaque et à la défense des places, beaucoup plus de durée; c'est celui de réduire la longueur de leurs ames, sans préjudicier en aucune maniere à toute l'étendue de leurs portées.

Avant qu'on eût imaginé et adopté l'usage des affûts de places et des côtes, au moyen desquels les pieces de canon tirent par-dessus l'épaulement de la batterie, cette réduction n'eût pas été proposable, parce que, quoique la théorie et l'expérience aient déja prouvé de concert que les longueurs des ames des pieces de canon de siege étoient trop considérables on ne peut cependant se dissimuler qu'en les rapportant au service des batteries à embrasure, elles se trouvent à peine suffisantes au ménagement des joues.

Mais actuellement que l'utilité de ces nouveaux affûts est bien reconnue, et que cette nouvelle maniere de faire tirer le canon, qui multiplie considérablement les moyens de défense, a généralement obtenu la préférence, non seulement rien ne

Digitized by Google

peut s'opposer à ce qu'on réduise les pieces de canon à la longueur la plus convenable, mais au contraire tout y invite.

D'après tout ce que nous avons dit dans ce mémoire, il n'est plus permis de douter que les pieces de canon n'acquiérent plus de durée par la réduction de la longueur de leurs ames (17) (21); il ne nous reste donc plus qu'à faire voir jusqu'à quel point elle peut être portée sans raccourcir les pieces qui y seront soumises.

Il a été fait en Angleterre, en 1736, à l'école d'Artillerie de Wolwick, l'expérience suivante:

Plusieurs pieces de canon du calibre de 24, de différentes longueurs d'ame, depuis celles de six pieds, sept pieds, et successivement jusqu'à celle de dix inclusivement, furent chargées aux deux tiers du poids du boulet, et pointées sous un angle d'élévation de six degrés; et l'expérience favorisa constamment, par les portées, la piece de sept pieds de longueur d'ame.

D'après cette vérité de fait, on peut donc, en toute confiance, raccourcir, au moins de deux pieds, les pieces de 24, ainsi que nous le proposons, sur-tout pour la charge ordinaire, au tiers du poids du boulet, qui n'est que la moitié de celle de l'épreuve de Wolwick, et pour faire voir, en passant, jusqu'à quel point la théorie même semble accréditer cette réduction; je ferai observer que, dans la table des vîtesses initiales

Digitized by Google

des mobiles, calculée par Lombard, dans sa traduction des nouveaux principes d'Artillerie de Robins, page 400, on trouve que dans deux pieces de 24, de 20 et de 17 calibres de longueur d'ame, qui, à bien peu de chose près, sont celles de la piece de 24 ordinaire et de la piece réduite comme ci-dessus, les vîtesses initiales des boulets, à la charge au tiers du poids, seroient de 1309 pieds, et de 1273 pieds par seconde; ce qui, ne donnant que 36 pieds de différence en faveur du boulet de la piece ordinaire, est certainement trop peu de chose, non seulement pour ne pas disparoître en totalité, mais même pour tourner, dans le tir, à l'avantage de la piece réduite, par l'effet de plusieurs causes qui y contribuent évidemment, mais principalement par les battements de boulets, incontestablement nuisibles à l'étendue des portées qui doivent avoir lieu plus fréquemment, et en bien plus grand nombre dans une piece de deux pieds plus longue (*l*).

Indépendamment de l'avantage désiré d'une plus grande durée des pieces de canon, il en résulteroit encore d'autres dans le service, non

(*l*) Les tentatives fructueuses du Général Dorsner, pour rendre le canon de 24 propre à l'usage de l'artillerie légere, annoncent que la réduction de longueur d'ame de ce canon pourroit être plus considérable que nous ne la portons ici, puisqu'à la charge de 6 livres de poudre, l'expérience, par les portées, a favorisé la longueur de 12 calibres sur celle de 14.

Digitized by Google

moins essentiels ; savoir, 1°. une économie considérable dans la fabrication ; 2°. beaucoup plus de résistance dans les affûts, qui n'auroient ni le même fardeau à supporter, ni le même effort à soutenir dans le tir ; et 3°. plus d'aisance et de célérité dans le service par une bien moindre pesanteur dans cet ensemble, et par des armements moins longs, moins pesants, et plus faciles à manier (*m*).

(*m*) La force de la poudre à canon est au moins aujourd'hui le double de ce qu'elle étoit au milieu de ce siecle ; il faut donc bien moins de cette poudre pour atteindre le maximum des portées qu'il en falloit alors, et par conséquent, il faut bien moins d'espace, ou de longueur d'ame, pour opérer sous le mobile, l'entiere vaporisation de cette moindre quantité de poudre.

On seroit donc autorisé, par cette seule vérité, à réduire la longueur des ames des canons, si l'expérience, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus, n'avoit déja proclamé ce principe.

La cause du dépérissement des canons de bronze ne tient point au défaut d'épaisseur ; c'est ce que nous prouvons dans ce mémoire, en indiquant la véritable cause d'estructive : l'expérience même a déja montré combien ces épaisseurs sont supérieures par leurs résistances à l'effort dilatateur des charges *enflammées*, puisque des pieces de 16 ont été forrées au calibre de 24, et des pieces de 12 au calibre de 16, sans inconvénient à cet égard : on peut donc diminuer modérément ces épaisseurs, sans rien craindre de contraire à la durée des pieces.

Dans cette persuasion, nous réduisons d'un 13e. les épaisseurs de la piece de 24, et en n'atteignant pas la réduction de l'exemple ci-dessus, cette piece de 24 restera d'au-

Digitized by Google

§ 50. Les mortiers de 10 et de 12 pouces, à grandes portées, fabriqués selon le système actuel, ayant toujours montré trop peu de résistance dans les épreuves extraordinaires qu'on

---

tant plus supérieure en force à la piece de 16 forrée au calibre de 24, que celle-ci n'avoit pas été réduite dans sa longueur : car, lorsque le boulet, dans la piece de 24 de longueur ordinaire, c'est-a-dire, de 114 pouces de longueur d'ame, a parcouru 91 pouces, qui est la longueur de l'ame de la piece réduite, non seulement elle a été en prise à tous les efforts que la charge peut faire éprouver à la piece réduite, mais il lui reste encore à soutenir tous ceux qui suivront, pendant le tems que le mobile mettra à parcourir les deux pieds restant de longueur d'ame, et qui ne sont pas les moindres.

L'action de la poudre enflammée, dans l'ame des bouches à feu, ne diminuant pas par saut, mais uniformément en avançant vers la volée, et en raison de l'espace qui s'agrandit par la marche du mobile, on ne reconnoit pas le motif des anciens artilleurs dans l'institution des différents renforts du canon : auroient-ils voulu, par cette surcharge de matiere, rapprocher le centre de gravité de la piece de la culasse, afin de porter la volée et la tulippe plus avant dans l'embrasure, dans l'intention de mieux préserver les joues contre le souffle du canon? Mais ce rapprochement seroit trop peu de chose pour opérer, à cet égard, un effet appréciable.

N'ayant pas trouvé de motif plus plausible, nous ne balançons point à proposer la suppression de ces renforts, et à donner au canon la forme d'un cône tronqué, à partir de la plate-bande de culasse, exclusivement jusqu'à l'astragale du collet, en conservant à la culasse et à la tulippe leurs anciennes formes, subordonnées cependant aux réductions ci-dessus.

Cette nouvelle forme, par plus de simplicité, opere non

leur

Digitized by Google

leur a fait subir, tout ce que nous venons de proposer pour augmenter la résistance des canons de gros calibres, doit s'appliquer à la fabrication de ces especes de mortiers: et alors il nous restera d'autant moins à désirer à cet égard, que, par l'adoption des mortiers à la Gomer, si on n'annihile point entièrement la pression du fluide élastique sur la partie supérieure de la bombe, qui dans le tir, occasionne à l'emplacement du mobile l'affaissement du métal, on la réduit du moins considérablement.

Mais d'où vient que cette nouvelle forme de mortier, non seulement précieuse par la propriété qu'elle a de conserver le mortier, mais par celle non moins essentielle de lui procurer plus de portée, à même charge de poudre, n'est-elle pas généralement adoptée? puisque nous coulons encore des mortiers ordinaires à chambres cylindriques de 8, de 10 et de 12 pouces; l'expérience ayant parfaitement établi l'existence de ces deux propriétés comme inhérentes à cette forme, il paroît qu'on ne peut rien opposer contre cette adoption exclusive, si désirable

---

seulement une diminution de pesanteur par une soustraction de matiere, employée à pure perte, mais apporte encore dans la fabrication une économie dans la main-d'œuvre.

D'après ces dispositions, il résulte par le calcul, que la piece de 24, réduite comme ci-dessus dans sa longueur et ses épaisseurs, n'aura plus qu'une pesanteur de 4,100 liv., au lieu de celle de 5,700 liv. qu'elle a ordinairement.

Digitized by Google

pour le bien du service, fondée d'ailleurs sur des principes sûrs, que je vais développer en peu de mots.

§ 51. Lorsque le mortier ordinaire à chambre cylindrique est bien chargé, la bombe s'appuie et porte sur l'orifice de la chambre qu'elle ferme exactement, et elle est maintenue sur cette assise, dans les différentes inclinaizons du mortier, par trois cales de bois, qui s'opposent à l'effort de sa pesanteur; il ne reste donc point, comme dans le canon, dans la partie supérieure de l'ame, aucune issue par laquelle le fluide puisse s'échapper pour presser la bombe dans sa partie supérieure; mais aussi ce fluide, dans son premier instant d'expansion, ne peut agir sur la bombe que par la partie de la surface de ce mobile renfermée dans cet orifice; et comme l'action des fluides élastiques sur les corps, en prise à leurs efforts, est en raison composée du ressort du fluide et de la surface pressée de ces corps, il arrive que, lorsque la partie de la surface de la bombe, pressée par le fluide dans le premier instant de son expansion, est trop petite, comme dans les mortiers ordinaires à chambre cylindrique, l'impulsion de ce fluide est trop foible pour pouvoir enlever le mobile avant que le fluide se répande dans l'ame; et alors dans cette expansion, la bombe pressée avant qu'elle soit sensiblement déplacée, refoule le métal; ce qui n'arrive point, si, comme dans les mortiers à

Digitized by Google

chambre cônique, la partie de la surface de la bombe, comprise dans la circonférence d'appui, et pressée par le fluide dans son premier instant d'expansion, est assez grande, pour que cette impulsion instantanée soit assez forte pour enlever le mobile avant que le fluide puisse se répandre dans l'ame du mortier; et alors, non seulement le refoulement de métal destructif n'a point lieu, mais la portée du mortier est plus grande, comme l'a prouvé l'expérience en 1786 (43), la portée du mortier de 12 pouces à chambre cônique, ayant toujours été, à la charge de onze livres et demie de poudre, et sous l'angle de 45 degrés, supérieure à celle du mortier ordinaire du même calibre, quoique le diamètre de l'ame de celui-ci fût de 15 points plus petit que le diamètre de l'ame du premier.

Cette propriété des fluides élastiques bien reconnue, il est évident qu'on pourroit encore augmenter la portée du mortier de 12 pouces, à même charge de poudre, en présentant à l'impulsion du fluide élastique dans son premier instant d'expansion, la même partie de la surface de la bombe, et en ne dérogeant point à la nécessité de ne laisser entre la poudre et la bombe que le moindre vuide possible, pour ne point affoiblir le ressort, ou la force d'explosion du fluide; condition non moins essentielle pour la portée, et que ne remplit pas toujours la forme de chambre cônique.

Digitized by Google

§ 52. C'est faute de ce concours de circonstances avantageuses que, dans l'épreuve extraordinaire et comparative des mortiers de 8 pouc., à Douai en 1786 (4), les mortiers de forme ordinaire à chambre cylindrique ont constamment eu, à même charge de poudre, et à même degré d'élévation, la supériorité des portées ; parce que, à chambre pleine, le vuide entre la poudre et la bombe étoit nul dans les mortiers ordinaires, tandis qu'à la même charge, il étoit presque dans les mortiers à chambre cônique égal au tiers du volume de la charge ; ce qui devoit diminuer de près d'un tiers la force d'explosion du fluide élastique dans sa premiere action sur la bombe de ce mortier.

§ 53. D'après cette vérité, pour établir ce concours avantageux dans toute espece de mortier, il ne faudroit qu'un petit changement dans la partie inférieure de cette forme, en prolongeant l'arc excentrique, qui, dans les mortiers de M. Gomer, sert d'appui à la bombe jusqu'à la rencontre des parois de la chambre, que je suppose cylindrique, et d'une capacité, tant par son diamêtre, que par sa longueur, à contenir la charge qu'on voudroit donner au mortier ; et alors la bombe, enveloppée de plus près par les parois de l'ame, sans présenter moins de surface à l'impulsion du fluide, doué d'une plus grande force d'explosion, seroit immanquablement enlevée avec plus de force et d'impétuosité.

Digitized by Google

§ 54. En gagnant du côté de la portée, il ne faut pas se le dissimuler, on attire en même tems sur le mortier, sur son affût et sur sa plate-forme, un plus grand effort à proportion; et comme la justesse du tir dépend presqu'autant de la solidité de l'affût et de celle de la plate-forme, que de la perfection du mortier et de la précision du pointement, on doit s'attendre à de grandes irrégularités dans le service de ces bouches à feu, si l'affût et la plate-forme n'ont pas une solidité proportionnée à l'effort de la charge.

Dans ces fortes secousses, l'expérience a déja fait voir que les affûts de bois les plus forts ne peuvent résister, que les crapauds de fer coulé se cassent souvent, et que presque toujours les boulons de fer forgé qui les assemblent, quelques soient leurs dimensions, se faussent, prennent du jeu, et en donnent aux différentes parties de l'affût, et finissent aussi par se casser.

Pour parer à une partie des ces inconvénients, on a coulé des crapauds de fonte; mais les boulons de fer qui les assemblent, étant susceptibles des mêmes inconvénients, en dépensant beaucoup plus, on ne gagne presque rien du côté de la solidité.

En coulant ces mortiers à semelle, comme dans la marine, puisqu'ils ne sont destinés qu'à donner de grandes portées, outre l'économie de près de deux tiers de métal sur les crapauds de fonte, on se débarrasseroit de l'inquiétude qu'on

Digitized by Google

peut avoir sur la résistance des tourillons; et n'ayant plus que la plate-forme à dompter, on seroit débarrassé de la moitié du soin.

Il ne peut rien être objecté contre le service de ces mortiers, dont le chargement seroit plus prompt et plus facile que ceux des mortiers ordinaires, qu'on est obligé à chaque coup de dresser verticalement, pour pouvoir placer les bombes et les cales, celui-ci n'en exigeant pas, et la semelle étant susceptible de recevoir tous les moyens de manœuvres qu'on pourroit appliquer aux crapauds, pour les diriger sur la plate-forme.

§ 55. après avoir considéré les mortiers relativement aux moyens de leur procurer des grandes portées et une bonne résistance, il n'est pas moins essentiel de les considérer relativement à la justesse de leurs tirs; et sous cette importante considération, pour leur procurer cette faculté si précieuse dans l'attaque et dans la défense des places, où leurs portées sont déterminées au plus à 400 toises, il faut absolument les réduire à la plus petite longueur d'ame possible, afin de diminuer, ou ce qui est encore mieux, d'annihiler toute cause à la déviation du mobile, qui peut prendre naissance dans le tir.

Cette vérité a sans doute été déja pressentie; car j'ai vu à la fonderie de Douai un mortier de 12 p., à la refonte, à chambre cylindrique, consommé à l'école de la Fère, auquel on avoit enlevé par un trait de scie toute la partie cylindrique

Digitized by Google

de l'ame, de maniere que le reste avoit la forme d'un bilboquet. J'ignore qu'el a été le succès de cette expérience; mais j'ai tout lieu de présumer qu'en appliquant les principes ci-dessus (53) à cette espece de mortier, il seroit, pour les petites portées, d'un bien meilleur service que les mortiers ordinaires : la direction de sa trajectoire devant rester la même que celle du pointement, son tir en seroit bien plus assuré, plus prompt par beaucoup moins de pesanteur et d'assujétissement dans l'emplacement de la bombe, et il en résulteroit une économie considérable dans la fabrication, et une durée incalculable dans le service. Il reste à examiner si sa portée ne seroit pas trop courte.

§ 56. Une piece de 24, réduite à 30 pouc. de longueur d'ame, pointée à 40 degrés d'élévation, et chargée de 5 liv. de poudre, a porté, à l'école d'Auxone, le 26 août 1786, une bombe de 12 pouces, placée sur le plan de sa bouche, à 84 toises, par une impulsion instantanée du fluide élastique; et il est à observer que la force d'explosion du fluide n'étoit dans cette expérience, à l'instant de son impulsion, sur la bombe, que la quatrieme partie de ce qu'elle étoit dans son premier instant d'expansion; parce que le volume de la charge étoit à celui de l'ame du canon que ce fluide devoit entièrement remplir avant d'agir sur la bombe, comme 4:1.

Il est donc bien à présumer que la portée du

Digitized by Google

mortier ; construit en forme de bilboquet, et dans les principes ci-dessus, seroit d'autant plus au-dessus de 84 toises, que d'un côté, la force d'explosion de la charge à l'instant de l'impulsion du fluide élastique sur la bombe, qui est aussi son premier instant d'expansion, y seroit, comme nous venons de le voir, quatre fois plus forte ; et que de l'autre, la surface de la bombe pressée par le fluide, dans ce même instant, y seroit aussi par la nouvelle dispositon de la forme du mortier, quatre fois plus grande.

On ne craint donc pas, d'après ces données, d'assurer ici que la portée de la bombe, sous l'angle de 45 degrés le plus avantageux à la portée et à la justesse du tir, ne soit, dans ce mortier, bien au-dessus de ce que peut exiger le service, et qu'on ne soit même obligé de diminuer considérablement la charge de cinq livres de poudre, dans les distances où les batteries de mortiers s'établissent ordinairement dans les sieges.

Il a été exécuté, en 1788, à la fonderie de Douai, à la demande d'un officier d'artillerie, deux modeles de mortier de 12 pouces à chambre cylindrique ordinaire, à trois pouces par pied, l'un de forme ordinaire, et l'autre en forme de bilboquet, mais sans application des principes ci-dessus. MM. Bérenger les ayant éprouvé tous les deux à chambres pleines, contenant

Digitized by Google

contenant quatorze gros de poudre, avec des grenades de calibres, le mortier ordinaire porta à 475 toises, et l'autre à 285; et à la charge de sept gros, moitié de la premiere, et toujours sous l'angle de 45 degrés, les portées furent à-peu-près dans le même rapport, c'est-à-dire, de 175 toises à 100.

La France ayant été attaquée en même tems sur toutes ses frontieres, dans la guerre qu'elle soutient avec tant de gloire depuis cinq ans, et ses triomphes l'ayant mise à son tour dans le cas de repousser de toutes parts, et de poursuivre dans leur fuite, et jusques dans leurs états respectifs, tous les tyrans coalisés, qui avoient espéré pouvoir faire une évasion dans son terrritoire: il est bien à présumer, qu'à la paix, une partie considérable de ces immenses moyens de défense et d'attaque, suscités par les besoins urgents, et fabriqués à la hâte, sera consommée: une grande partie de bouches à feu de toute espece se trouvera donc nécessairement hors de service; et leur refonte présente un objet considérable de dépense pour l'état, nous avons cru devoir exposer dans le tableau qui termine ce Mémoire, l'économie considérable qui résulteroit, dans cette circonstance, de l'adoption des changements proposés dans la fabrication des bouches à feu.

Et cette économie est telle, que la refonte des 1410 bouches à feu, présentée dans le ta-

Digitized by Google

bleau, coûteroit au gouvernement, dans le système ordinaire de fabrication, la somme de 1,710,110 livres, dont celle de 627,030 livres passeroit à l'étranger pour achat de matiere, tandis que, soumise aux changements avantageux que le bien du service provoque, bien loin d'être onéreuse au gouvernement pour achat de matiere, cette refonte laisseroit au contraire dans les magasins de la république et à la disposition de la nation, une masse métallique de 1,947,800 livres pesant, dont la valeur, à raison de 22 sous 6 deniers la livre, après avoir couvert la valeur, au même prix, des 772,000 l. pesant de métal de cloche, qui y seroient utilisés, et le prix de fabrication, laisseroit encore en bénéfice une somme de 240,775.

FIN.

Digitized by Google

LIVRES

CONCERNANT L'ART MILITAIRE,

Qui se trouvent chez MAGIMEL, Libraire, quai des Augustins.

CONSIDÉRATIONS militaires et politiques sur les fortifications, par le citoyen Michaud (Darçon), ancien général de division et inspecteur des fortifications, imprimé par ordre du gouvernement, vol. in-8°. de 360 pages, an 3e.

Tableau de la guerre de la Pragmatique-sanction en Allemagne et en Italie, avec une relation originale de l'expédition du prince Charles Edouard en Ecosse, par le chev. Powerer aide-de-camp général dans l'armée de l'Espagne, deux vol. in-8°., avec un plan de la ville de Velletrie et de ses environs, Berne 1784.

Essai sur l'usage de l'artillerie dans la guerre de campagne et dans celle de sieges, par Dupuget, officier du corps vol. in-8°. fig.

De la constitution des troupes légeres et de leur emploi à la guerre, in-8°.

Œuvres militaires de Vauban, contenant le Traité de l'attaque des places, celui de la défense des places et celui des Mines : nouvelle édition revue, rectifiée, augmentée de développements, de notes et de beaucoup de planches, par F. P. Foissac, général de division au corps du génie de la République Française, 3 vol. in-8°.

Chaque Volume se vend séparément.

Manuel de l'artilleur contenant tous les objets dont la connoissance est nécessaire aux Officiers et sous-Officiers de l'artillerie, suivant l'approbation de Gribeauval, 5e. édit. 1795, totalement revue, et augmentée de deux chapitres, dont un sur l'ARTILLERIE A CHEVAL, et l'autre sur les manœuvres

Digitized by Google

des pieces de campagne avec l'infanterie ; et entièrement refondue quant à la partie chymique ; par Théodore d'Urtubie, général de brigade dans l'arme de l'artillerie.

Tables portatives, de Logarithmes, publiées à Londres par Gardiner, augmentées & perfectionnées dans leur disposition, par Callet, deux vol. in-8°. gr. pap., 1795.

Elémens de fortification, contenant ce qu'il étoit nécessaire de conserver des ouvrages du maréchal de Saxe, de Cugnot, Cormontagne, Tielk, Landsberghen, Trincano, Fallois, Rozard, Montalembert, et de quelques autres Ingénieurs Français et Etrangers ; suivis d'un Dictionnaire militaire plus complet que celui de Le Blond, par P. A. Julien Belair, général des armées de la République.

Instruction adressée aux officiers d'infanterie pour tracer et conduire toutes sortes d'ouvrages de campagne, par E. Gaudi, nouvelle édition, avec des changemens et des augmentations, tant dans les planches que dans le discours, par P. A. Julien Belair, 1793.

Manuel du canonnier, ou Instruction sur le service des pieces de sieges et de campagne de 16, de 8 et de 4, troisieme édition, avec planches.

Tactique Française, ou la Tactique rendue à ses vrais principes et au génie militaire de la Nation Française, par Dupuis-Lauron, Maréchal des Camps et Armées, 1792. Vocabulaire militaire, par Dupain, deux vol. in-8°. pet. pap.

Manuel du jeune militaire, par Bacon, in-8°.

Cours de Mathématiques à l'usage des gardes du pavillon de la marine six vol. in-8°.

Chaque volume de ce Cours se vend séparément.

Coup-d'œil militaire sur la Maniere d'escorter, d'attaquer et de défendre les Convois ; et sur les Moyens de diminuer la fréquence des Convois, principalement dans las pays couverts ; suivi d'un Mot sur le pillage, par le citoyen HUGO, adjudant-major du huitieme bataillon du bas-Rhin, an 4 de la républ.

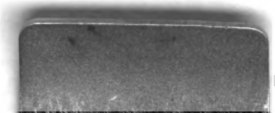
Digitized by Google

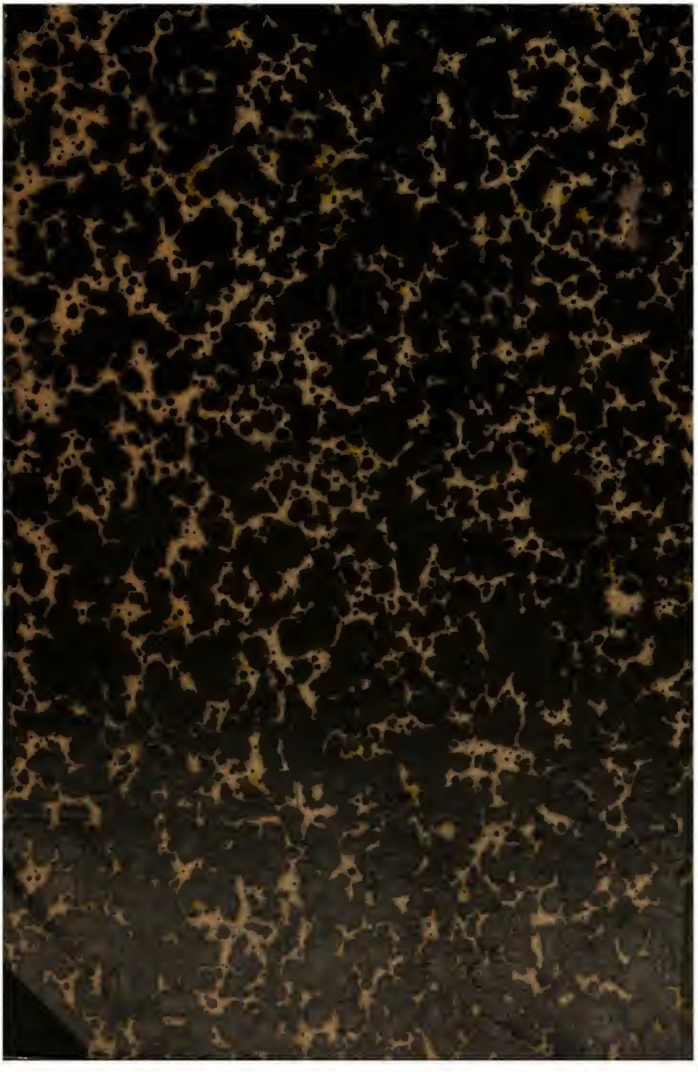
ON LE

de la bou- à feu ondre.	Valeur de tant à rais 22 sous 6 la livre.	SOMMES cloche sé.	Du métal de reste en magasin.	Reste en bénéfices.
res.	Livres.	es.	Livres.	Livres.
69	2327	500	1034500	194375
55	1636	500	727500	19375
30	708		100800	33400
60	517	.	69000	2625
60	180	.	16000	9000 de moins
		00	1,947,806	240775

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google



Digitized by Google